



M 2014

# **APLICAÇÃO DE PRINCÍPIOS *LEAN* AO DESENHO DE *LAYOUTS* EM EMPRESAS DE *SETORES TRADICIONAIS***

**FILIPE JOSÉ NUNES SERRA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADA  
À FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO EM  
ENGENHARIA INDUSTRIAL E GESTÃO

# **Aplicação de princípios lean ao desenho de *layouts* em empresas de setores tradicionais**

*Filipe José Nunes Serra*

## **Dissertação de Mestrado**

Orientador na FEUP: Prof. Jorge Pinho de Sousa

Orientador na XC Consultores: Eng.º Luís Gomes



# **FEUP**

**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto**  
**Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão**

2014-07-21

*À minha fantástica família*

## Resumo

Num ambiente empresarial cada vez mais competitivo, e com um mercado global cada vez mais recheado de concorrentes, as empresas de setores tradicionais portuguesas são continuamente postas à prova para conseguirem sobreviver.

No contexto desta dissertação em ambiente empresarial, o presente relatório procura responder às necessidades de empresas através da implementação da filosofia *lean* no seu ambiente produtivo.

Tendo como objetivo a redução de desperdícios em todas as áreas estudadas, foram realizados projetos de alteração de *layouts*. Estes tiveram como base um estudo inicial sobre o ponto de vista da filosofia acima mencionada. Foram também elaborados projetos de intervenção que procuram diminuir desperdícios, e ao mesmo tempo incidir sobre o gargalo produtivo identificado.

Os projetos de mudança de *layouts* apresentam término posterior à data de conclusão da dissertação, portanto, apenas são apresentados os ganhos esperados para cada caso de estudo. Aspectos como o papel do consultor e a sua função como agente de mudança são tópicos refletidos no final deste relatório.

Palavras-chave: *lean*, *layout*, desperdícios, gargalo.

# **Application of lean principles to the definition of layouts in companies from traditional sectors.**

## **Abstract**

In a business environment that is getting more and more competitive, and with the global market filled with avid competitors, companies from the Portuguese traditional sectors are continuously seeing their survival be put on the line.

In the context of this business environment dissertation, the present report aims to answer companies' needs by implementing the lean philosophy in their productive environment.

Having the objective of reducing wastes in all studied areas, during the dissertation period, were realized projects to modify the layouts. These were done always using the fundamentals of the philosophy mentioned above. There were also designed interventions projects with also the intent of reducing waste, and, at the same time, that concerned the identified bottleneck.

All the layout changes have an end date posterior to the conclusion date of this thesis so, there are only presented the expected gains for each case study. Aspects like the role of the consultant and his influence as changing agent are topics discussed at the end of this report.

Key words: lean, layouts, wastes, bottleneck.

## Agradecimentos

Olho para trás e vejo o longo caminho percorrido, desde o primeiro dia de escola até ao último dia de estágio. Vejo também que comigo caminharam várias pessoas, algumas essenciais para conseguir completar esta etapa de aprendizagem e crescimento. Para elas, aqui ficam os meus agradecimentos.

À minha mãe e ao meu pai, a razão pela qual consegui chegar tão longe. Por todo o esforço, por todos os sacrifícios que fazem, por todas as oportunidades que me dão, e por tudo mais, muito obrigado.

Às minhas irmãs e ao meu cunhado, colegas ao longo deste percurso, um muito obrigado por estarem sempre lá quando é necessário.

Aos enormes velhos amigos que cresceram comigo, um muito obrigado por todas as aventuras e experiências únicas. Às grandes novas amizades que fiz nestes últimos anos, o meu especial apreço.

Aos meus orientadores, o Eng.º Jorge Pinho de Sousa, na FEUP, e o Eng.º Luís Gomes, na XC Consultores, muito obrigado por todo o apoio prestado durante esta dissertação. Ao Eng.º Pedro Marques, por todas as indicações e por ter apontado sempre a direção certa, o meu agradecimento.

A toda a equipa da XC Consultores, muito obrigado pelo forte espírito de companheirismo e pela fácil integração no grupo de trabalho.

Finalmente, à XC Consultores e à M.G. & A.C. Freitas, um enorme obrigado pelo apoio financeiro prestado durante a dissertação.

## Índice de Conteúdos

1. Introdução .....	1
1.1. Contexto e objetivos do projeto .....	1
1.2. A XC Consultores.....	1
1.3. O <i>lean manufacturing</i> em empresas de setores tradicionais.....	2
1.4. Metodologia adotada.....	3
1.5. Organização da presente dissertação.....	3
2. O <i>gemba</i> e a metodologia <i>lean</i> .....	5
2.1. Organização do <i>Gemba</i> .....	5
2.1.1. Formas de organização da produção .....	5
2.1.2. Tipos de <i>layouts</i> .....	5
2.2. Toyota Production System .....	6
2.3. Princípios <i>lean</i> .....	7
2.4. Os 8 tipos de desperdícios.....	7
2.5. Ferramentas utilizadas no projeto .....	8
2.5.1. Diagrama de Esparguete .....	8
2.5.2. <i>VSM</i> .....	9
2.5.3. Planos <i>ILL</i> .....	10
2.5.4. <i>5S</i> .....	10
3. Caso de estudo 1: empresa de componentes para calçado.....	12
3.1. A empresa.....	12
3.2. O produto .....	12
3.3. O projeto .....	13
3.3.1. Contexto e aspetos a considerar .....	13
3.3.2. O processo produtivo.....	14
3.4. Definição do novo <i>layout</i> da produção .....	15
3.4.1. Levantamento inicial .....	15
3.4.2. Alterações sugeridas .....	18
3.4.3. Impacto das alterações sugeridas .....	20
3.5. Alteração do <i>layout</i> do armazém.....	21
3.5.1. Levantamento inicial .....	21
3.5.2. Alterações sugeridas .....	22
3.5.3. Impacto das alterações sugeridas .....	24
3.6. Outras intervenções .....	24
3.6.1. Intervenção 1 .....	24
3.6.2. Intervenção 2.....	26
3.6.3. Intervenção 3.....	27
3.6.4. Intervenção 4.....	29
3.7. Conclusões .....	29
4. Caso de estudo 2: empresa de mobiliário.....	30
4.1. A empresa.....	30
4.2. O projeto .....	30
4.2.1. O processo produtivo.....	31
4.3. Desenho do novo <i>layout</i> .....	31
4.3.1. Levantamento Inicial.....	31

4.3.2.	Alteração do <i>layout</i> .....	33
4.4.	Impacto das alterações sugeridas.....	36
4.5.	Outras Intervenções.....	37
4.5.1.	Intervenção 1.....	37
4.5.2.	Intervenção 2.....	37
4.6.	Conclusões.....	40
5.	Conclusões e desenvolvimentos futuros.....	41
5.1.	Principais resultados obtidos.....	41
5.2.	Resistência à mudança.....	42
5.3.	O consultor como agente de mudança.....	43
5.4.	Perspetivas de trabalhos futuros.....	43
	Bibliografia.....	44
	Anexo A - <i>Layout</i> inicial da secção de produção da Solart.....	45
	Anexo B.1 - Folhas de levantamento de tempos e processos.....	46
	Anexo B.2 – Exemplo de uma folha de levantamento de tempos e processos preenchida.....	47
	Anexo C - VSM Solart.....	48
	Anexo D - Diagrama de esparguete da área de produção da Solart.....	50
	Anexo E - Listagem de máquinas.....	51
	Anexo F - 1ª versão do novo <i>layout</i> da Solart com indicação do fluxo.....	54
	Anexo G – 2ª versão do novo <i>layout</i> da Solart com indicações do fluxo.....	55
	Anexo H - <i>Layout</i> inicial do armazém da Solart.....	56
	Anexo I - Primeira proposta para o <i>layout</i> do armazém da Solart.....	57
	Anexo J.1 - <i>Layout</i> do novo armazém da Solart com uso de empilhador a gás.....	58
	Anexo J.2 - <i>Layout</i> do novo armazém da Solart com uso de <i>stacker</i> .....	59
	Anexo K - Plano ILL para uma máquina da Solart.....	60
	Anexo L - <i>Layout</i> inicial da Tábula.....	63
	Anexo M - Diagrama de esparguete inicial da Tábula.....	64
	Anexo N - Novo espaço da Tábula.....	65
	Anexo O - 1ª versão do novo <i>layout</i> da Tábula com indicação do fluxo.....	66
	Anexo P - 2ª versão do novo <i>layout</i> da Tábula com indicação do fluxo.....	67
	Anexo Q - 3ª versão do novo <i>layout</i> da Tábula com indicação do fluxo.....	68
	Anexo R - Planos ILL para duas máquinas da Tábula.....	69
	Anexo S – Levantamento de ferragens da marcenaria.....	71
	Anexo T – Carro para o marceneiro e grelha de ferragens.....	72



## Lista de Siglas

APICCAPS – Associação Portuguesa dos Industriais de Calçado, Componentes, Artigos de Pele e seus Sucedâneos;

APIMA – Associação Portuguesa da Indústria do Mobiliário e Afins;

CNC - *Computer Numeric Control*;

IDIT – Instituto do Desenvolvimento e Inovação Tecnológica;

*JIT – Just In Time*

*MIT – Massachusetts Institute of Technology*;

Planos ILL – Planos de Inspeção, Limpeza e Lubrificação;

*TPM – Total Productive Maintenance*

*TPS – Toyota Production System*;

*VSM – Value Stream Mapping*;

## Índice de Figuras

Figura 1 - Composição da dimensão das empresas da indústria do Calçado (Fonte: Banco de Portugal 2012) .....	2
Figura 2 - Tipos de <i>layout</i> .....	6
Figura 3 - Tipos de desperdícios.....	8
Figura 4 - Exemplo de um diagrama de Esparguete (fonte: <a href="http://www.leankaizen.co.uk/images/spaghetti%20diagram.png">http://www.leankaizen.co.uk/images/spaghetti%20diagram.png</a> ) .....	9
Figura 5 - Exemplo de um VSM (fonte: <a href="http://www.strategosinc.com /images/vsm_ps6-lg.gif">http://www.strategosinc.com /images/vsm_ps6-lg.gif</a> ) .....	9
Figura 6 - 5S .....	11
Figura 7 - Logotipo Solart - MG & AC Freitas (Fonte: <a href="http://solart.pt">solart.pt</a> ) .....	12
Figura 8 - Componentes de uma sola .....	13
Figura 9 - Alguns desperdícios identificados .....	15
Figura 10 - Diagrama de Esparguete da Solart.....	16
Figura 11 - Novo <i>layout</i> da produção v1 .....	19
Figura 12 - Novo <i>layout</i> da produção v2.....	19
Figura 13 – Problemas identificados no armazém.....	21
Figura 14 - <i>Layouts</i> do Armazém com uso de Empilhador ou Stackler .....	23
Figura 15 - Quadro de ferramentas para a seção de amostras .....	25
Figura 16 - Desenvolvimento do quadro de ferramentas .....	25
Figura 17 - Máquina manual de aplicar vira.....	26
Figura 18 - Máquina de aplicar cola na vira.....	26
Figura 19 - Caixa de peças para a máquina de vira .....	26
Figura 20 - Quadro de ferramentas para as máquinas manuais de aplicar vira .....	27
Figura 21 - Arrumação dos cortantes .....	28
Figura 22 - Caixotes de plástico preparados para os cortantes.....	28
Figura 23 - Definição das etiquetas .....	28
Figura 24 - Logotipo J.A. & Simão, Lda. (Fonte: <a href="http://tabula.pt/site/imgs/logo.png">http://tabula.pt/site/imgs/logo.png</a> ).....	30
Figura 25 - <i>Layout</i> atual da Tábula.....	32
Figura 26 - Diagrama de Esparguete da Tábula .....	32
Figura 27 - Planta do novo espaço.....	33
Figura 28 - Novo <i>layout</i> da Tábula v1 .....	34
Figura 29 - Novo <i>layout</i> da Tábula v2.....	35
Figura 30 - Novo <i>layout</i> da Tábula v3.....	35

Figura 31 - Mesa de marceneiro .....	38
Figura 32 - Desenho 2D do carro de marcenaria.....	39
Figura 33 - Grelha de ferragens .....	39

## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Código de cores do diagrama de esparguete da Solart .....	17
Tabela 2 - Comparação entre situação inicial e proposta .....	21
Tabela 3 - Aspectos a ter em conta para o novo layout.....	22
Tabela 4 - Variação das características atendendo o tipo de empilhador .....	22
Tabela 5 - Ganhos em espaço de armazenagem 1 .....	23
Tabela 6 - Ganhos em espaço de armazenagem 2 .....	23
Tabela 7 - Ganhos e Custos do layout com stacker .....	24
Tabela 8 - Ferramentas escolhidas para o quadro.....	24
Tabela 9 - Conclusões do projeto-piloto.....	25
Tabela 10 - Redução do número de peças .....	27
Tabela 11 - Código de cores e sequência de processos .....	32
Tabela 12 - Vantagens e desvantagens do layout v1 .....	34
Tabela 13 - Vantagens e desvantagens do layout v2 .....	35
Tabela 14 - Vantagens e desvantagens do layout v3 .....	36
Tabela 15 - Ganhos esperados com a alteração do layout .....	37
Tabela 16 - Ferramentas escolhidas .....	38
Tabela 17 - Listagem de ferragens usadas na marcenaria .....	38
Tabela 18 - Resistência à mudança.....	42

## Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Distância percorrida entre operações .....	18
Gráfico 2 - Variação entre distâncias percorridas .....	20
Gráfico 3 - Distância percorrida na produção .....	33
Gráfico 4 - Variação das distâncias percorridas .....	36

# 1. Introdução

## 1.1. Contexto e objetivos do projeto

O presente documento tem como objetivo descrever o projeto “Aplicação dos princípios *lean* ao desenho de *layouts* em empresas de setores tradicionais”. Este projeto decorreu na empresa XC Consultores, sendo desenvolvido no âmbito de dissertação em ambiente empresarial. Paralelamente, o projeto decorreu em duas empresas de dois setores tradicionais, clientes da XC Consultores.

O projeto apresentado nesta dissertação tem como objetivo a implementação da filosofia *lean* nas empresas clientes da XC Consultores. O principal objetivo do projeto é o desenho de *layouts* seguindo os princípios *lean* para os dois casos de estudo apresentados. São também realizadas algumas outras intervenções pontuais onde se tenta melhorar a produtividade com base nos ideais *lean*.

## 1.2. A XC Consultores

Fundada em 1995, a XC Consultores iniciou a sua atividade focando-se na prestação de serviços em sistemas de gestão da qualidade. Posteriormente expandiu a área de negócio para a elaboração de estudos económico-financeiros, realizando vários trabalhos nesta vertente.

Decorria o ano de 2005 quando foram iniciados os primeiros projetos na área de melhoria da produtividade – *lean manufacturing*. Atualmente, a área de melhoria da produtividade é um dos serviços mais importantes para o volume de negócios da XC Consultores.

Seguindo o exemplo e a tendência das empresas portuguesas, no ano de 2002 a XC Consultores internacionalizou-se com projetos na área da qualidade para Espanha e Polónia. Em 2006 foi aberto o primeiro ramo da empresa fora de Portugal, com a inauguração da XC Brasil. Mais recentemente deu-se a expansão para Marrocos e para a República do Congo. No ano de 2013 iniciaram-se projetos na área do *lean manufacturing* na construção civil e obras públicas (Manual da Qualidade da XC Consultores LDA 2014b).

A missão da XC Consultores defende a criação de “... excelência nos processos e serviços, sustentada em relações de confiança.”. Através desta abordagem, é possível atingir patamares de excelência elevados e manter os clientes como parceiros ao longo dos anos.

Juntamente à Missão é fulcral também a definição dos valores pelos quais se vai reger toda a estrutura da XC Consultores, sendo eles:

- *Orientação para o cliente* – A satisfação do cliente prevalece como a maior prioridade para a empresa. Mais importante que vender muitos produtos, será cumprir todos os requisitos do cliente e garantir a sua fidelização.
- *Respeitar a cultura do cliente* – Colocar-se lado a lado com os clientes, construir as soluções conjuntamente, ouvir e compreender o cliente.
- *Idoneidade* – Colaboradores competentes com conhecimentos transversais e formação contínua ao longo de toda a sua carreira.

- *Espírito de equipa* – A união permite exponenciar os resultados, estimulada pelas relações de confiança, entajuda e amizade.
- *Confidencialidade* – Todas as informações, observações e constatações num projeto de consultoria são exclusivas do cliente e dos consultores da respetiva área do projeto.
- *Inovação e qualidade* – Inovação não só no desenvolvimento de novos produtos, como também a nível estratégico, operacional e no modelo de gestão. Desta forma de Inovação e Qualidade não poderão ser dissociados, visto que os modelos de qualidade permitem a inovação. De forma recíproca, a inovação permite a melhoria da qualidade.
- *Flexibilidade* – Capacidade de adaptação às necessidades e especificações de cada caso; Capacidade de resposta rápida e solução de imprevistos. (Manual da Qualidade da XC Consultores LDA 2014a)

### 1.3. O *lean manufacturing* em empresas de setores tradicionais

Atualmente, e tendo em conta o clima económico-financeiro vivido na Europa, existe uma maior pressão sobre as indústrias portuguesas para melhorarem a sua produtividade. Por outro lado, as empresas com fábricas em países com mão-de-obra mais barata representam mais um incentivo a esta melhoria de produtividade. Objetivos como redução de custos, eliminação de desperdícios e diminuição de tarefas que não acrescentam valor começam a aumentar de importância face a ideias comuns como aumentar a produção.

Um dos setores essenciais para o *cluster* do calçado é a produção de solas (a montante na cadeia logística) tendo, conjuntamente com as restantes indústria do *cluster*, contrariado a tendência negativa dos últimos anos no que toca ao número de trabalhadores. (APICCAPS 2013)

A indústria do mobiliário também não fugiu à crise, sofrendo as mesmas consequências das restantes indústrias. A forte dependência do mercado interno veio obrigar esta indústria a apostar na internacionalização para sobreviver, um processo penoso e árduo (Lusa 2013).

As duas indústrias referidas nos parágrafos anteriores são dois exemplos de indústrias pertencentes a setores tradicionais portugueses.

Estando cada vez mais em voga, a implementação da metodologia *lean* também já atingiu as empresas de setores tradicionais. Eliminar atividades que geram desperdícios e salientar as que aumentam valor não se deve ficar pela indústria automóvel, podendo perfeitamente ser aplicados às restantes, nomeadamente a indústria do calçado e dos componentes para calçado (Rentes et al. 2003). Com uma longa história na produção de calçado, a indústria portuguesa era composta inicialmente por fábricas cuja produção se baseava em séries de elevadíssima quantidade. Porém, com a deslocação das empresas para países como a China e mais recentemente para o continente africano, o tecido empresarial português é maioritariamente constituído por pequenas e médias empresas com um baixo número de trabalhadores, como pode ser visto na Figura 1.

Indicador	Dimensão	SNF	Indústria do Calçado
Empresas	Microempresas	88.1%	47.9%
	Pequenas e médias empresas	11.6%	51.6%
	Grandes empresas	0.3%	0.5%

Figura 1 - Composição da dimensão das empresas da indústria do Calçado

(Fonte: Banco de Portugal 2012)

A indústria de mobiliário em madeira também apresenta uma elevada concentração de empresa na região Norte, em particular na zona do Vale do Sousa. A maioria das empresas é de pequena dimensão, com um modelo de gestão familiar, e sempre com uma elevada intensidade de mão-de-obra necessária.(Ribeiro 2012)

Sendo os fatores chaves para o sucesso a inovação e *design*, é preciso apoiá-los num sistema produtivo competitivo. É neste ponto que o *lean manufacturing* pode fazer toda a diferença. A eliminação de desperdícios, ou *mudas*, o seu termo original em japonês, é essencial para desenvolver uma empresa orientada à execução exclusiva de atividades que acrescentam valor.

Aproximando estes princípios ao fomento de uma cultura de melhoria contínua, é possível propagar os efeitos da metodologia *lean* durante todo o período de vida da empresa. Esta metodologia permite não só englobar todos os colaboradores atuais, bem como desenvolver um espírito que se embrenha na firma influenciando todos aqueles que possam um dia vir a fazer parte desta.

#### **1.4. Metodologia adotada**

Tendo em consideração as condições e restrições nas quais se desenrola a presente dissertação, e também por se tratar de um dos métodos mais simples para se obterem resultados visíveis mais rapidamente, é utilizada a filosofia *lean* como base para implementação nos casos de estudo.

A metodologia utilizada no decorrer dos casos de estudo relativos às empresas de produção de mesas em madeira e de solas *pré-fabricadas* foi a seguinte:

- levantamento inicial com diagnóstico e análise com base no projeto *lean* definido;
- definição das ações a implementar e dos objetivos a atingir;
- análise das ações implementadas;
- definição de futuras ações a implementar.

Em ambos os projetos, o primeiro passo foi dado juntamente com o consultor e orientador da empresa, mas posteriormente todas as visitas e trabalho realizado foram efetuadas de modo individual. É de salientar que foi dado contínuo apoio por parte da equipa durante o decorrer dos projetos.

Apresentados dois exemplos de indústrias completamente diferentes, procura-se, no fim, mostrar a polivalência desta filosofia, bem como fazer a ponte entre estas duas indústrias icónicas do setor tradicional de empresas portuguesas.

#### **1.5. Organização da presente dissertação**

A presente dissertação encontra-se dividida em 5 capítulos.

O capítulo 1 inicia-se com a contextualização da dissertação e os objetivos pretendidos com a implementação deste projeto. A apresentação da XC Consultores, seguido do contexto das empresas do setor tradicional são os tópicos seguintes. A aplicação da metodologia *lean* e a descrição da metodologia seguida são os últimos pontos abordados.



O capítulo 2 começa com uma descrição das diferentes formas de organização da produção e diferentes tipos de *layouts*. Seguidamente descreve a metodologia *lean* no seu geral e as principais ferramentas utilizadas nesta dissertação.

O capítulo 3 inicia com a apresentação do caso de estudo 1, uma empresa de denominação comercial Solart, que se dedica à produção de solas para a indústria do calçado. São abordados temas como a mudança de *layouts* em vários setores e a realização de várias intervenções específicas.

O capítulo 4 descreve um segundo projeto desenvolvido no decorrer desta dissertação, o caso de estudo 2, onde se procedeu à mudança de *layout* e à realização de duas intervenções. A empresa denomina-se Tábula e produz mesas em madeira.

O capítulo 5 finaliza esta dissertação em ambiente com exposição das conclusões obtidas nos dois projetos realizados.

## **2. O *gemba* e a metodologia *lean***

No presente capítulo é apresentada a organização do *gemba* e a metodologia *lean*, desde a sua origem e os seus princípios, até às ferramentas por ela utilizadas na sua implementação.

### **2.1. Organização do *Gemba***

No decorrer da presente dissertação, são elaborados diversos *layouts* para diferentes empresas. Com base nesse trabalho, é conveniente um esclarecimento sobre os tipos de *layouts* existentes, e também sobre as formas de organização da produção pelas empresas.

#### **2.1.1. Formas de organização da produção**

Atualmente é possível verificar a existência de quatro tipos diferentes de organizar a produção, sendo elas (Jacobs e Chase 2011):

- *Make-to-stock*: empresas que servem os seus clientes a partir do inventário de produto acabado;
- *Assemble-to-order*: empresas que combinam um determinado número de módulos pré montados para responder às necessidades dos clientes;
- *Make-to-order*: empresas que respondem às necessidades do cliente através da produção desde as matérias-primas, partes e componentes;
- *Engineer-to-order*: empresas que trabalham juntamente com o cliente para desenvolver o produto desde o seu *design*.

Tendo em conta o produto da empresa, o seu objetivo competitivo e todos os processos envolvidos, existem empresas numa fase intermédia, caracterizadas por possuírem características pertencentes a mais do que um destas formas.

#### **2.1.2. Tipos de *layouts***

Quanto aos tipos de *layouts* fabris, estes podem ser vistos na Figura 2 (Jacobs e Chase 2011):



Figura 2 - Tipos de *layout*<sup>1</sup>

Como é possível verificar pela figura, o *layout* está estritamente ligado ao processo produtivo da empresa, devendo adequar-se o melhor possível a este, e evitar a geração de desperdícios.

## 2.2. Toyota Production System

Decorria o ano de 1945 quando se findou a Segunda Grande Guerra Mundial. De entre os perdedores encontrava-se o Japão, cujo tecido empresarial vivia as repercussões negativas deste evento. Ao longo dos anos, a escassez de recursos, bem como o acumular de inventários e pressões económicas exteriores veio colocar a *Toyota*, um dos símbolos da economia nipónica, numa situação financeira muito precária.

Do outro lado do oceano Pacífico, o gigante Ford utilizava a produção em massa para conseguir diluir os custos e manter um preço bastante atrativo para o mercado.

Com a certeza de que não era possível copiar o modelo americano, devido em parte ao grande investimento financeiro que seria preciso, Taiichi Ohno, engenheiro mecânico da Toyota começou a dar os primeiros passos em direção a uma das metodologias que mudou a forma de atuar de milhares de empresas. (Reeb e Leavengood 2010)

Esta nova metodologia era baseada num conjunto composto por três conceitos inovadores na indústria:

- Sistema *Pull* – enquanto até ao momento a produção era enviada para o mercado, ficando armazenada em inventários (Sistema *Push*), este novo sistema veio inverter por completo a situação, onde é a procura que desencadeia todo o processo produtivo, evitando a produção para *stock*;
- Máquinas multifunções – na produção em massa, a necessidade de produzir continuamente a mesma peça levava a que as máquinas realizassem apenas uma única

---

<sup>1</sup>Fonte das figuras: Figura Layout de Projeto: <http://www.aero-news.net/images/content/commair/2006/Boeing-737-700er-construction-1206a.jpg>

Figura Células de Fabrico: [http://world-class-manufacturing.com/images/cell\\_WM.jpg](http://world-class-manufacturing.com/images/cell_WM.jpg)

Figura Linha de Montagem: <http://www.fordbarn.com/wp-content/uploads/2013/05/assemblyline.jpg>

Figura Job Shop: <http://www.swissturn.com/machine-job-shop.gif>

Figura Processo Contínuo: <http://lipidlibrary.aocs.org/processing/alkrefining/Figure4.png>

função. Nesta nova abordagem era preciso que as máquinas realizassem variadas tarefas sendo necessário que se desse uma mudança rápida de ferramentas;

- Atenção ao trabalhador – o colaborador passa a ser visto como mais do que um mero complemento da máquina, como um elemento importante para a empresa capaz de contribuir com ideias para melhorar a produtividade.

Gradualmente, o sistema produtivo da *Toyota* foi-se desenvolvendo, criando-se o *Toyota Production System* (TPS). Juntamente cresce o foco em eliminar os desperdícios existentes.

Em 1985, o MIT desenvolve um estudo sobre a indústria automóvel, ao abrigo do programa internacional de veículos motorizados, resultando na publicação de “A Máquina que Mudou o Mundo”. Este estudo trouxe ao mundo o termo *lean* pela primeira vez, e revelou que a metodologia por detrás do *TPS* se trata de um modelo melhor em termos de qualidade e produtividade de empresa industriais (Jones, Roos, e Womack 1990).

### 2.3. Princípios *lean*

Os princípios da metodologia *lean* são cinco, sendo eles (*Lean Institute* Brasil S/ Ano):

- Valor – o cliente é que define o que é o valor de um produto. Dependendo das necessidades e funcionalidades de determinado produto, o valor dele é maior quanto maior forem as necessidades e desejos correspondidos pelo produto no cliente.
- Cadeia de valor – este princípio defende uma análise exaustiva de toda a cadeia de valor, de modo a se identificarem as etapas onde se agrega valor ao produto, etapas que não agregam valor, mas necessárias para manter a qualidade e bom funcionamento dos processos, e finalmente as etapas que não agregam valor e são desnecessárias. A separação de tarefas em agregar valor e não agregar valor pode-se tornar bastante difícil, uma vez que existe um elevado grau de subjetividade aliado a esta divisão.
- Fluxo contínuo – a criação de fluxos contínuos permite uma redução do *lead time* e da quantidade de inventários.
- Produção *pull* – como já referida anteriormente, o novo paradigma de a produção ser “puxada” pelo cliente/consumidor toma uma maior dimensão.
- Melhoria contínua – este princípio é essencial a longo prazo para se manter um pensamento *lean*. A constante tentativa de melhorar é deveras importante pois como as empresas estão inseridas em ambientes sujeito a mudanças, é preciso estar continuamente a observar oportunidades de melhoria.

### 2.4. Os 8 tipos de desperdícios

O *lean manufacturing* admite a existência de 8 tipos diferentes de desperdícios (*Mudas* é o termo original em japonês) que devem ser eliminados ao máximo. Eles podem ser vistos na Figura 3.

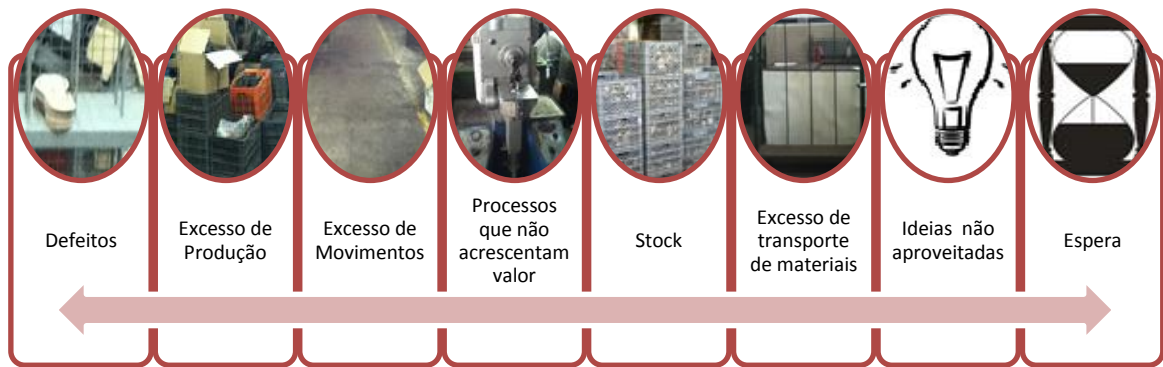


Figura 3 - Tipos de desperdícios

Estes desperdícios são atividades que consomem recursos mas que não acrescentam qualquer valor para o produto/serviço. Seguidamente é feita uma pequena definição de cada um.

- Defeitos: em muitos casos, o tempo e custo de requalificar uma peça são superiores ao valor final da peça;
- Excesso de produção: produzir em quantidade superior ao necessário, originando inventários elevados, risco de obsolescência, entre outros;
- Excesso de Movimentos: a movimentação de pessoas, materiais ou outros recursos que não adiciona valor ao produto/serviço;
- Processos que não acrescentam valor: realização de processos que não acrescentam valor para o cliente;
- *Stock*: excesso de matérias-primas, produtos em vias de fabrico, de produtos acabados e de outros materiais acarretam riscos e custos desnecessários;
- Excesso de transporte de materiais: movimentações de materiais não acrescentam valor para o cliente;
- Ideias não aproveitadas: o “novo” desperdício que a XC Consultores preconiza. O aproveitamento de ideias dos colaboradores e operários pode-se revelar importante devido ao seu conhecimento;
- Espera: períodos de espera, atrasos e outras perdas de tempo são grandes inimigos à implementação do *JIT*.

## 2.5. Ferramentas utilizadas no projeto

A implementação da metodologia *lean* é uma tarefa que engloba mudar radicalmente a postura de qualquer organização.

Tratando-se de uma tarefa de tal envergadura, existem várias ferramentas com o intuito de auxiliar e apoiar esta transição. Neste subcapítulo são analisadas as ferramentas utilizadas no decorrer desta dissertação.

### 2.5.1. Diagrama de Esparguete

Esta ferramenta é um diagrama na qual é possível visualizar o percurso que determinado produto segue durante o seu fabrico, ou o fluxo de informação pelo processo.

A origem deste nome provém do facto de que, na produção em massa, a rota dos produtos se assemelha a um prato de esparguete (de Oliveira, Monteiro, e Ferrari 2013). Um exemplo de um destes diagramas pode ser visto na Figura 4.

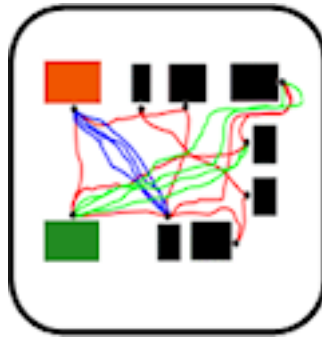


Figura 4 - Exemplo de um diagrama de Esparguete (fonte: <http://www.leankaizen.co.uk/> images/spaghetti%20diagram.png)

*No projeto desenvolvido na Solart e na Tábula este diagrama foi essencial para perceber o nível exato de desperdícios em termos de distâncias percorridas pelos operadores e pela matéria entre os diversos processos.*

### 2.5.2. VSM

VSM, ou *Value Stream Mapping*, é uma ferramenta utilizada para mapear todo o fluxo de informação e material de uma forma fácil e facilmente perceptível. Esta ferramenta permite a análise do fluxo e dos processos, com vista a perceber onde existem processos que restringem o fluxo, os gargalos produtivos. Permite também estabelecer um ponto de partida para o desenvolvimento de *layouts*, de ações de melhoria e de eliminação de tarefas que não acrescentem valor.

Um VSM apresenta, geralmente, um *data box* associado a cada processo, contendo informações essenciais e usando uma simbologia própria (Thorsen 2005). Um possível VSM pode ser visualizado na Figura 5.

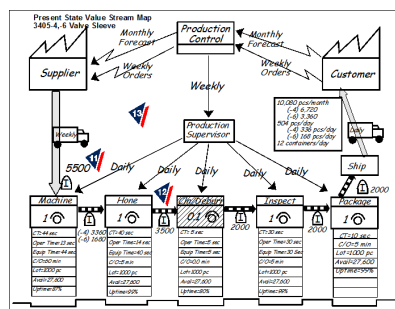


Figura 5 - Exemplo de um VSM (fonte: <http://www.strategosinc.com/> /images/vsm\_ps6-1g.gif)

Um aspeto bastante importante para a construção correta de um VSM é a escolha do produto, ou serviço, a mapear. Esta deve recair sobre um produto, ou uma família de produtos, que represente um consumo importante de recursos para a empresa.

O mapeamento de algo não representativo para a empresa resulta num VSM de pouca utilidade, uma vez que não retrata os verdadeiros pontos de desperdício, nem permite identificar onde realmente se deve atuar.

*Esta ferramenta apenas foi utilizada no levantamento inicial realizado na Solart para perceber qual o lead time do produto, bem como o tempo que agrega valor ao produto e as atividades que representam o bottleneck da produção.*

### 2.5.3. Planos ILL

Os planos ILL, ou planos de Inspeção, Limpeza e Lubrificação, têm com objetivo capacitar os operadores das máquinas a realizarem a respetiva manutenção de forma autónoma. Para permitir tal tarefa, os planos identificam os locais, o modo de operação e o material necessário para realizar as tarefas.

*Para ambos os casos de estudo foram elaborados estes planos, estando incluídos no subcapítulo das intervenções realizadas.*

### 2.5.4. 5S

A metodologia 5S é uma ferramenta *lean* composta por cinco etapas (Chapman 2005):

- 1º. *Seiri* (triar): esta etapa caracteriza-se por selecionar e separar os materiais de trabalho em ferramentas necessárias e de uso elevado, ferramentas necessárias, mas de uso menos frequente e ferramentas desnecessárias;
- 2º. *Seiton* (organizar): após a separação dos materiais necessários, é preciso definir um lugar específico para cada um.
- 3º. *Seiso* (limpar): o terceiro “S” define a limpeza do local de trabalho, quer das máquinas, das ferramentas e do próprio espaço. O objetivo desta fase é permitir a fácil e rápida deteção de avarias.
- 4º. *Seiketsu* (padronizar): a definição de normas gerais e de processos que sejam seguidas pelos colaboradores conduz a uma maior segurança no local de trabalho.
- 5º. *Shitsuke* (disciplinar): é necessário tornar a prática dos 5S num hábito no local implementado.

Estas cinco etapas estão relacionadas da seguinte forma, visualizada na Figura 6.

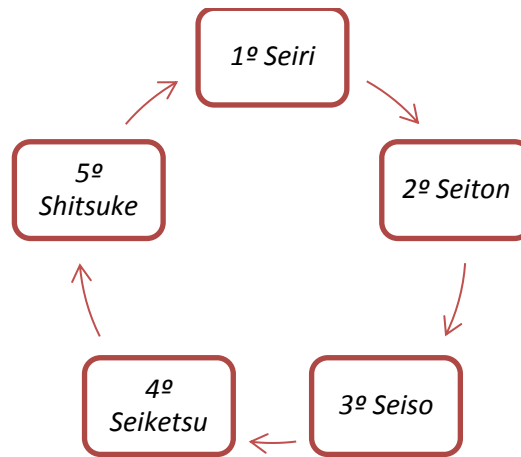


Figura 6 - 5S

*Algumas das intervenções realizadas têm como base esta ferramenta, apesar de não ser implementada na sua totalidade, nomeadamente nos quadros de ferramentas do caso de estudo 1.*



### 3. Caso de estudo 1: empresa de componentes para calçado

No presente capítulo é descrito o projeto implementado numa empresa pertencente ao *cluster* da indústria do calçado. Esta empresa dedica-se à produção exclusiva de solas *pré-fabricadas* para calçado.

Este projeto inclui o desenho de *layouts* das secções de produção e armazém, bem como a implementação de pequenas melhorias. Todo este trabalho assenta num levantamento inicial realizado.

#### 3.1. A empresa

A MG & AC Freitas é uma empresa do ramo dos componentes do calçado, mais precisamente no ramo da produção de solas *pré-fabricadas*. Desde o processo do corte do material, até aos acabamentos superficiais da sola, a empresa trata de todo o processo, salvo exceções em que necessita de recorrer à subcontratação para fazer face a eventuais especificidades do pedido do cliente.

Para além da denominação social, a MG & AC Freitas apresenta um nome comercial com elevado reconhecimento no ramo, a Solart, com o logotipo da Figura 7.



Figura 7 - Logotipo Solart - MG & AC Freitas (Fonte: solart.pt)

Com experiência superior a 24 anos nesta área, a Solart é também um forte exportador para países europeus e africanos (MG & AC Freitas 2007).

Tratando-se de uma realidade completamente nova, a aprendizagem da cultura da empresa, do seu método de trabalho e da sua linguagem (termos utilizados na indústria do calçado e componentes para calçado) torna-se essencial para o decorrer do projeto.

#### 3.2. O produto

Um dos primeiros desafios apresentados ao consultor ao entrar num cliente de consultoria de produtividade é incorporar, quer a nomenclatura utilizada, quer todo o processo produtivo e as variações que este mesmo possa ter. Este desafio tem como finalidade permitir, ao consultor, o entendimento dos bens ou serviços produzidos pelo cliente.

Como tal, e visto ser necessária a utilização de alguns termos próprios ao longo desta dissertação, este subcapítulo fará a descrição de possíveis componentes de uma sola.

A sola seguidamente descrita mostra alguns dos componentes que pode levar. A elevada variedade de componentes está relacionada com o mundo da moda. As enormes mudanças realizadas entre estações no mundo da moda afetam diretamente a empresa.

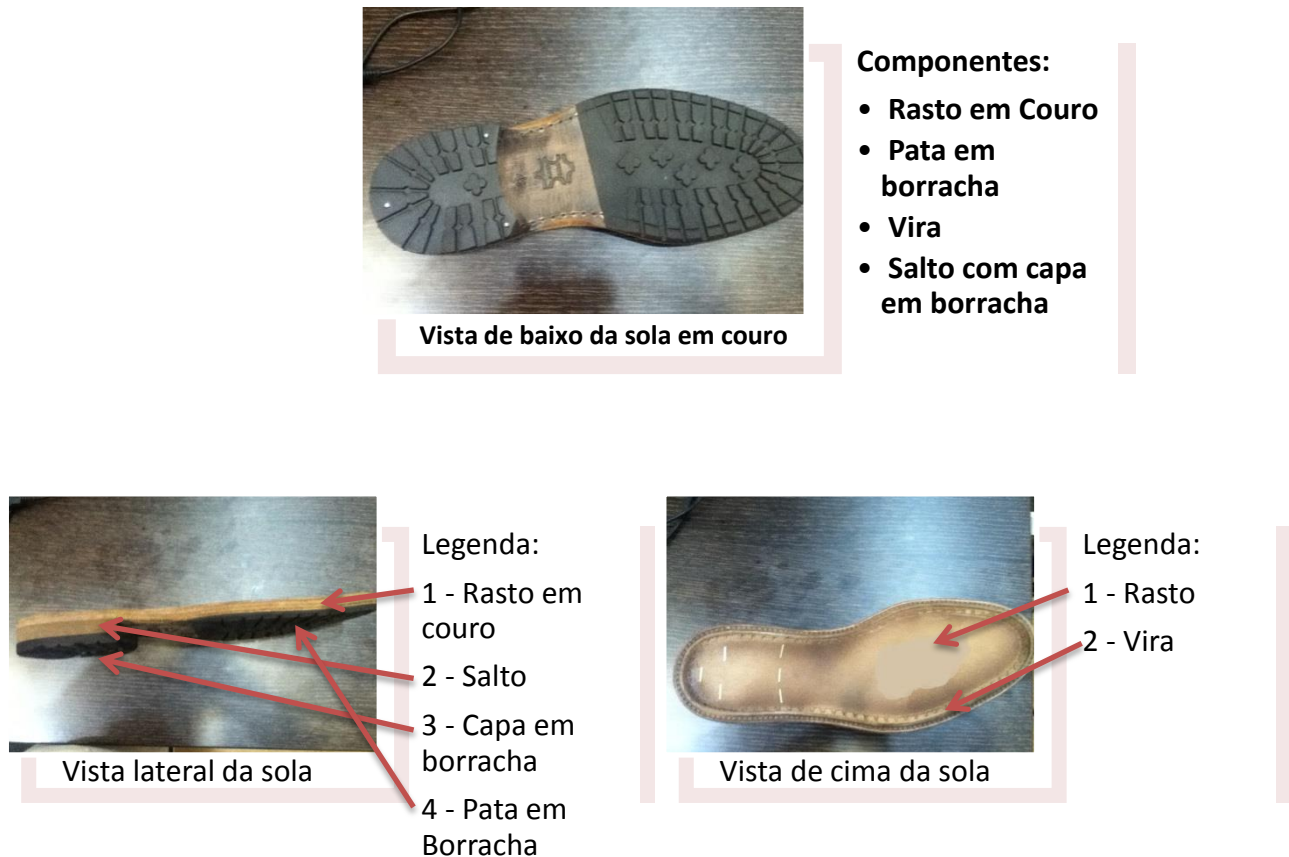


Figura 8 - Componentes de uma sola

Como é apresentado na Figura 8, estes são alguns dos componentes de uma sola. É de ressaltar que enquanto esta sola é feita com um rasto de couro, existem imensos outros materiais diferentes que podem ser utilizados. O mesmo se pode afirmar sobre o tipo de vira, pata e capa utilizados. Existem ainda outros componentes para uma sola, como as entre-sola, uma cunha, etc..

### 3.3. O projeto

No presente subcapítulo, são descritos alguns aspetos importantes sobre a empresa, o âmbito do projeto da XC, entre outros. É também definido o processo produtivo e a organização do *gamba*.

#### 3.3.1. Contexto e aspetos a considerar

Atravessando uma fase de desenvolvimento e expansão, foi adjudicado à XC o projeto de desenho de um novo *layout* da secção fabril e do armazém. É no âmbito deste projeto que se desenvolve esta dissertação em ambiente empresarial. O projeto da XC Consultores na empresa Solart enquadra-se como melhoria de produtividade. Este projeto tem como objetivo o aumento da produtividade da empresa, através da redução do *lead time*, redução de inventários, aumento da eficiência dos equipamentos, aumento da produtividade da mão-de-obra, entre outros.

No âmbito desta dissertação é estudada a mudança de *layout* de vários setores da empresa, sempre com base na metodologia *lean*.

O espaço no qual a Solart desenvolve a sua atividade pode ser dividido em 4 grandes áreas:

1. Escritórios;
2. Armazém;
3. Fabrico de solas;
4. Fabrico de saltos.

Os escritórios, o fabrico da sola e o fabrico do salto encontram-se no nível inferior da empresa, enquanto o armazém se situa no nível superior. Existe uma divisão física entre as três áreas do nível inferior, sendo o transporte de materiais do armazém para a área de produção feito através de um monta-cargas. A palavra fabrico é muito utilizada no ambiente da empresa, sendo mesmo o nome da área produtiva. No presente relatório, utilizar-se-á o termo produção ao invés de fabrico, uma vez que se trata de uma designação mais corrente e coerente.

Na área da produção de solas existe também uma pequena secção exclusivamente dedicada à criação de amostras. Esta parte da empresa trabalha diretamente com o cliente, sendo frequente a presença deste no chão de fábrica.

O paradigma que é a constante evolução, num curto espaço de tempo, do mundo da moda criou na Solart a ideia de que as solas são todas diferentes. Porém, uma análise mais profunda acompanhada de discussão e visualização no *gemba* veio contradizer a ideia enraizada na empresa. Concluiu-se que uma esmagadora maioria das solas passa por uma elevada quantidade de processos iguais, mudando apenas a ferramenta utilizada.

Salienta-se assim algo que é bastante frequente nas empresas, o enviesamento do pensamento em relação a processos. Esta linha de pensamentos é desviada para o produto, uma vez que este é que é alvo de processos. É frequente ouvir a gerência e as chefias desabafarem em relação à diversidade elevadas de produtos, sem se aperceberem que estes passam, em maioria, por um conjunto igual de máquinas, numa sequência bastante similar.

É neste momento que a vinda de um consultor externo pode fazer toda a diferença na realização de um projeto *lean*.

Tendo sido referido anteriormente, a empresa dedica-se à produção de solas *pré-fabricadas*. Estas solas são designadas *pré-fabricadas* pois incorporam no seu global vários componentes fabricados separadamente, enquanto o outro tipo de solas, as obtidas por injeção são um produto único só.

### **3.3.2. O processo produtivo**

Tratando-se de um projeto com um foco bastante acentuado nas mudanças de *layout*, torna-se necessário entender o processo produtivo da empresa.

Analisando o modo como os produtos são produzidos, percebe-se imediatamente que não é realizado *stock* de produtos acabados, pois apenas se produz consoante as encomendas dos clientes. Quando a Solart recebe uma encomenda, planeia a produção dela segundo o prazo de entrega. Assim conclui-se que se trata de uma empresa do tipo *make-to-order*.

Sobre o tipo de processo, a distribuição das máquinas e da mão-de-obra apresenta uma ligeira parecença com *layout* do tipo *job shop* onde existe um agrupamento de máquinas por função.

Em suma, podemos classificar a empresa como *make to order* relativamente à forma como organizam a sua produção e como *job shop* relativamente ao tipo de *layout*.

A produção de uma sola de sapato requer vários procedimentos. Todo o processo inicia-se com o corte do rasto nos balancés. Após o corte, e dependendo do tipo de material, pode ser necessário igualizar ou cardar a superfície. Após esta etapa, o rasto é marcado com o número e também com outra inscrição pretendida pelo cliente, como o nome da marca e o *slogan*. Depois de marcado, o rasto segue para a cabine de pintura, seguidamente é aplicada a costura e só depois é aplicada a vira. Por fim, operações como lixar o rasto com vira, boleados e chanfrados são efetuados. Na linha, o rasto é pregado ao salto, transformando-se em sola. São ainda realizadas algumas operações de acabamentos no fim da linha, como por exemplo, o polimento.

### 3.4. Definição do novo *layout* da produção

Um aspeto bastante importante para a medição do nível de sucesso ou insucesso de qualquer alteração *lean* é a comparação do nível de desperdícios antes e depois dos projetos implementados.

#### 3.4.1. Levantamento inicial

Na ótica de um *layout*, a obtenção de uma fotografia da situação inicial torna-se necessária para ter o ponto de comparação inicial. Para se obter tal fotografia recorreu-se ao desenho 2D das existências do chão de fábrica<sup>2</sup>. É possível observar no Anexo A o resultado desta etapa. Seguidamente são também apresentadas algumas fotografias na Figura 9, que ajudam a perceber a realidade do *Gemba*.



Figura 9 - Alguns desperdícios identificados

A alteração do *layout* requer um conhecimento do processo produtivo e das etapas pelas quais as solas passam. Com o intuito de responder a estas necessidades, foi desenvolvido um VSM da área de produção da Solart.

<sup>2</sup> Foi utilizado o programa de uso gratuito *DraftSight*, da empresa *Dassault Systèmes* para todos os *layouts* desenhados na presente dissertação de mestrado em ambiente empresarial.

Após reunião com a gerência, foi escolhida uma família de produtos, neste caso, solas com um processo produtivo bastante similar, representando uma grande parte de todas as solas, para ser seguida.

Enquanto estas solas representam um conjunto bastante maior, tendo em conta o histórico e a situação atual, a equipa consultora foi alertada para o facto de, num futuro próximo, a sequência de processos pode ser diferente, devido à influência do mundo da moda.

Uma técnica utilizada para seguir estas várias produções simultaneamente foi a elaboração de raiz de folhas de tempos e processos. A folha inicial pode ser vista no Anexo B.1, enquanto um exemplo de uma folha preenchida pode ser visualizada no Anexo B.2.

Porém é necessário salientar a dificuldade em obter dados fidedignos e representativos, uma vez que em imensas folhas dadas aos operários para preencherem, eram visíveis a falta de registo de operações. Esta falha de registo de operações, mesmo tendo sido algo solicitado pelo encarregado de produção, foi alvo de esquecimento por vários funcionários. Outro aspeto importante constatado foi o arredondamento das horas de início e fim da operação.

Simultaneamente foram também realizadas filmagens junto dos operadores, para se proceder posteriormente à análise das mesmas. Contudo, durante as gravações, era notória a realização das tarefas a uma velocidade bastante superior do que quando não se estava a filmar, enviesando assim os dados obtidos por filmagem.

Através de várias folhas preenchidas, de imensas horas passadas em debates e de bastantes observações de todos os postos de trabalho, foi possível retirar a informação necessária relativamente à ordem dos processos, às quantidades de *stock* intermédios, a tempos de espera entre operações, entre outros.

Após o tratamento desta informação foi possível obter o VSM da Solart, que consta no Anexo C.

Para além desta ferramenta, foi também desenvolvido um diagrama de esparguete de modo a se perceber qual a sequência de operações para a maioria dos produtos. Este pode ser visto na Figura 10, e também no Anexo D numa escala maior:

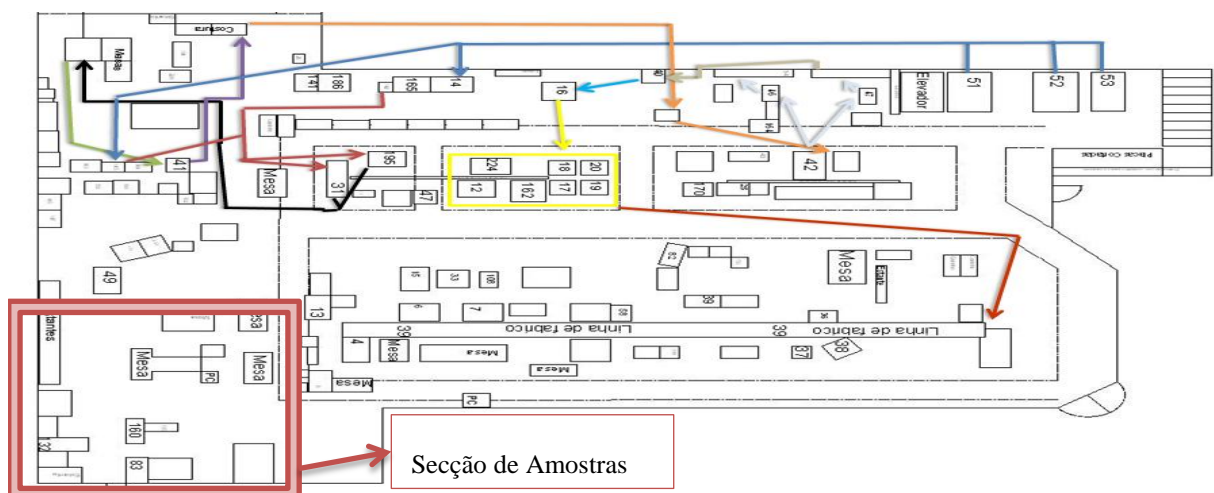


Figura 10 - Diagrama de Esparguete da Solart

A sequência de operações segue um código de cores descrito na Tabela 1.

Tabela 1 - Código de cores do diagrama de esparguete da Solart

Operação feita	Operação Seguinte	Cor
Corte	Timbrar	Azul
Timbrar	Cardar e Igualizar	Vermelho
Cardar e Igualizar	Pintura	Preto
Pintura	Abrir Canal	Verde
Abrir Canal	Costura	Roxo
Costura	Aplicar Primário e Cola	Laranja
Aplicar Primário e Cola	Aplicar Vira	Prateado
Aplicar Vira	Abrir Vira	Cinzentos
Abrir Vira	Lixar	Azul Claro
Lixar	Bolear/Chanfrar	Amarelo
Bolear/Chanfrar	Linha	Vermelho

Relativamente ao *VSM*, as operações “retificar vira” e “prensar” estão incluídas na operação “aplicar vira”, uma vez que estas se realizam no mesmo posto de trabalho sendo três atividades inseparáveis. A operação de aplicar cola no rasto foi incluída na designação “Linha” pois esta inicia-se já na linha de montagem.

Após a elaboração do *VSM* e do Diagrama de Esparguete, pretende-se com o desenho do novo *layout* eliminar ao máximo os desperdícios seguintes:

- Excesso de movimentos;
- Excesso de transporte de materiais;
- Espera.

Como é possível verificar pelo diagrama de esparguete, a mesma ordem de produção começa no início da fábrica, na secção de Corte, segue para a etapa de Timbrar (marcar o número e outra inscrição requerida pelo cliente no rasto, por exemplo. *slogan*), sensivelmente a meio da fábrica. Depois desta etapa, normalmente o rasto segue para máquinas de cardar e igualizar, onde se procura obter a espessura necessária para a sola e retificar desníveis no rasto. A etapa de pintura é a seguinte, sendo depois encaminhada para a secção de abrir canal. Nesta etapa o objetivo é marcar na sola o caminho para a costura que é a fase seguinte. Enquanto nestas últimas operações a rota dos rastos é reduzida (quando comparada com o deslocamento nas primeiras três) para o processo seguinte o rasto volta a percorrer mais de meia fábrica para lhe ser aplicado as colas. Depois de levar cola, entra na secção de aplicar vira, seguida da abertura de vira, processo meramente estético, mas muito desejado pelos clientes. Abrir vira não é nada mais do que desbastar ligeiramente a vira aplicada no lugar do calcanhar. Finalmente, após a vira ser aberta, o rasto é encaminhado para a área dedicada às lixas para ser lixado, boleado e/ou chanfrado antes de entrar na linha.

Entra na linha rasto, e sai de lá como sola, o produto da Solart. No Gráfico 1 é apresentada a distância, em média, que o rasto percorre entre operações.



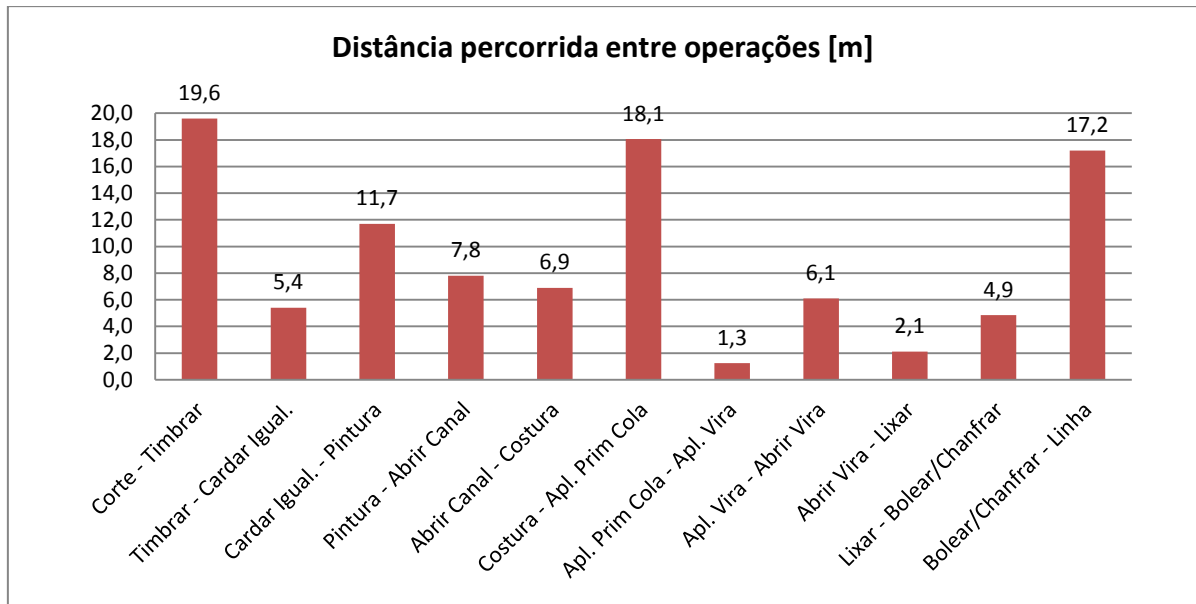


Gráfico 1 - Distância percorrida entre operações

Como se pode verificar, a distância entre os vários processos é imensa, sendo a distância total percorrida por um rasto, antes de entrar na linha de 101 metros. Assim sendo, um dos objetivos do dimensionamento é diminuir todas estas distâncias.

### 3.4.2. Alterações sugeridas

Para além destas operações, existem ainda no chão de fábrica mais máquinas que fazem muitas outras operações. Para a elaboração do melhor *layout* possível tornou-se necessário um fortíssimo apoio de um dos gerentes da Solart, encarregue por esta transformação.

O processo de definição de um novo *layout* é um processo iterativo, com uma contínua discussão das hipóteses apresentadas até se atingir a melhor solução possível.

Numa primeira fase foi elaborada uma listagem de todas as máquinas, bem como a inclusão de algumas a serem adquiridas pela empresa. Esta listagem foi ordenada e trabalhada para representar a sequência ideal onde não ocorram contra fluxos dos produtos. No anexo E visualiza-se a listagem anotada e trabalhada.

Assim sendo o passo seguinte foi desenhar em 2D o novo *layout*, com base na ordem definida nas folhas de papel.

Tendo em conta o espaço reservado para a produção e a posição da linha de montagem do produto final, foi pensado a transformação do novo *layout* para uma forma em “U” seguindo a metodologia de uma linha de montagem. Apesar da elevada customização do produto, a produção é na ordem das centenas, e por vezes com encomendas de milhares de pares de solas, justificando assim a definição deste tipo de *layout*. Por outro lado, trata-se de um tipo de *layout* fortemente apoiado pela gerência da Solart.

Uma primeira versão, preparada segundo os princípios *lean* e com especial atenção aos *mudas* é agora apresentada na Figura 11 com indicação do sentido do fluxo dos rastos (no Anexo F é possível observar esta figura numa escala maior):

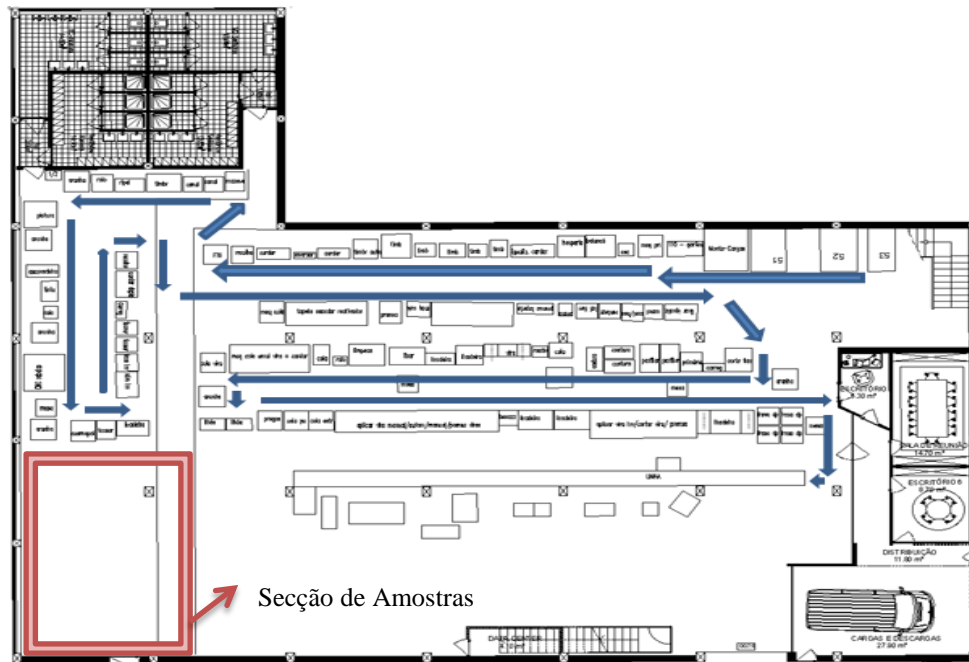


Figura 11 - Novo *layout* da produção v1

Nesta versão não foi tido em conta a secção de amostras, pois esta representa apenas uma reduzida parte da área de produção. Porém, o espaço delineado a vermelho reflete a elevada necessidade que a empresa tem da secção de amostras, sendo este dedicado a ela.

Após a apresentação desta versão e a realização de diversas discussões e análises com os vários intervenientes da produção, foram sendo feitas sucessivas alterações com base na metodologia *lean*, nomeadamente a diminuição dos desperdícios identificados, até se obter a versão final. Esta versão final pode ser vista na Figura 12, bem como em melhor pormenor no Anexo G.

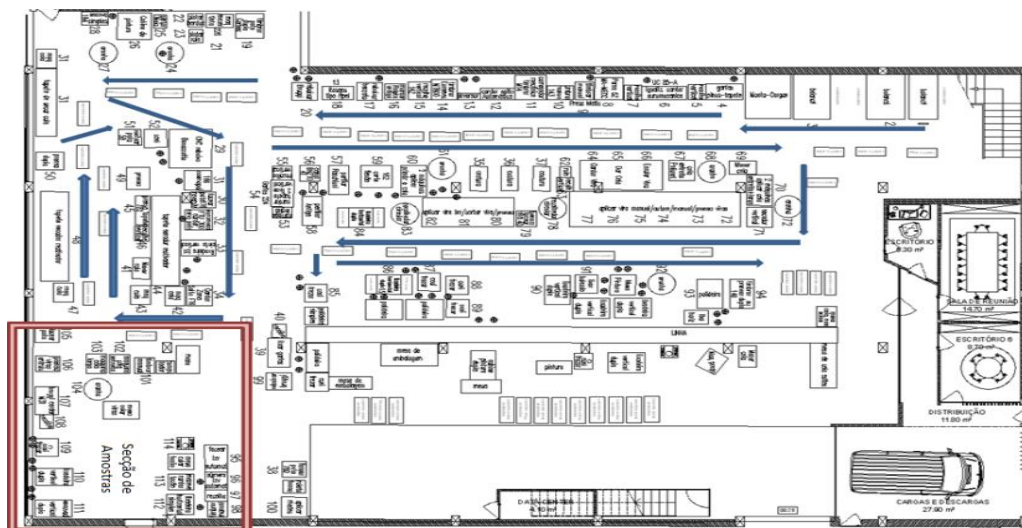


Figura 12 - Novo *layout* da produção v2

Durante o planeamento desta versão, foram realizadas algumas alterações como colocar primeiro as máquinas de timbrar e só depois as de cardar e igualizar. A maquinaria para abrir canal deve ficar após a secção de pintura, e não antes. Estas alterações consistem em reversões, visto que já são práticas atuais da empresa e representam um modo de produção ideal para o sistema produtivo da empresa.



No presente *layout* foi tido em conta a aquisição de novas máquinas, com o objetivo de acelerar o processo e reduzir tempos de ciclo.

Estas máquinas foram adquiridas ao longo do decorrer da presente dissertação, sendo que a sua instalação não foi completa até à presente data.

Por outro lado, na versão final do *layout* para a secção de produção foram identificadas todas as máquinas com a nomenclatura utilizada na fábrica e definida a secção de amostras com as máquinas nela necessárias.

É de salientar que algumas máquinas, anteriormente presentes na produção, foram realocadas à secção de saltos, visto ser nessa secção que desempenham o seu papel. Esta secção não está apresentada e nem estudada nesta dissertação visto não ter sido incluída no âmbito do projeto.

Os círculos apresentados no *layout* representam as saídas de aspiração necessárias. Estão representados carrinhos, os novos meios de transporte dos rastos entre operações, algo que até ao momento era feito através de caixotes de plástico. Esta solução é bastante mais ergonómica para os funcionários, uma vez que estes transportavam caixotes manualmente entre etapas.

### 3.4.3. Impacto das alterações sugeridas

Aquando do término da presente dissertação, ainda não tinha sido completada a alteração do *layout*. Porém, analisando o novo *layout* é esperado obter o Gráfico 2 de distâncias entre processos, comparativamente à situação inicial levantada.

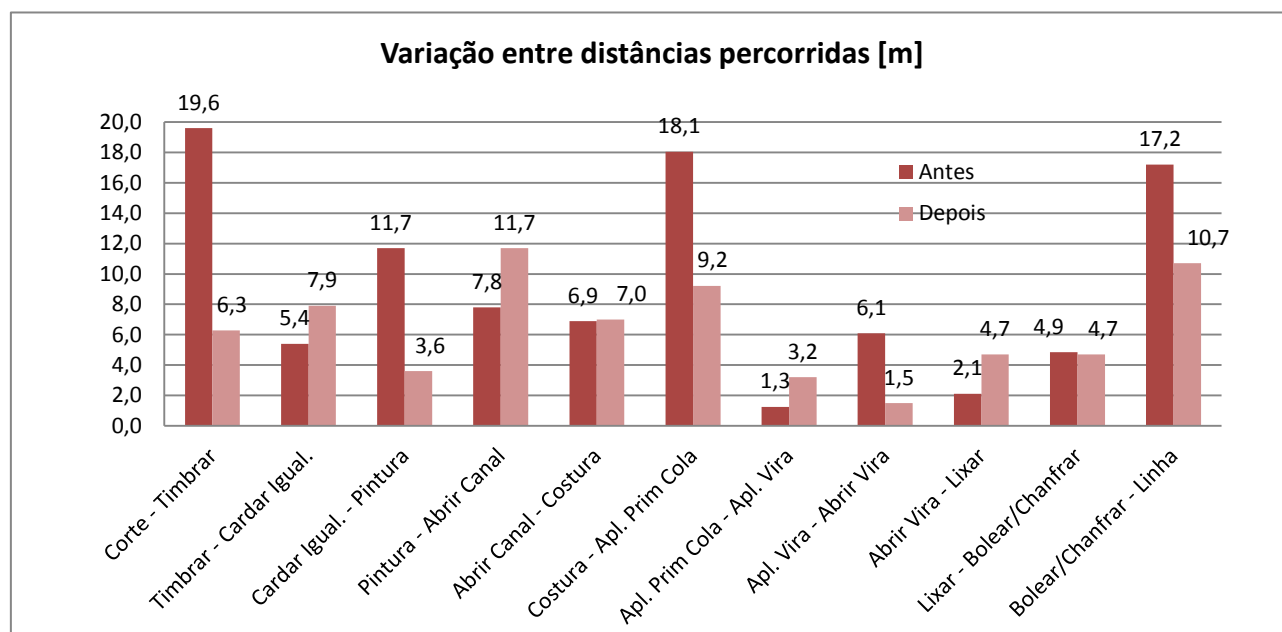


Gráfico 2 - Variação entre distâncias percorridas

De modo a se facilitar uma melhor interpretação dos dados acima apresentado construiu-se a Tabela 2 que apresenta a comparação entre a situação inicial, (obtida durante o levantamento inicial) e o esperado após a aplicação das mudanças definidas. São também calculadas as variações percentuais para a situação final.

Tabela 2 - Comparação entre situação inicial e proposta

Movimentação	Antes [m]	Depois [m]	Diferença [m]	Variação
Corte - Timbrar	19,6	6,3	-13,3	-67,9%
Timbrar - Cardar Igual.	5,4	7,9	2,5	+46,3%
Cardar Igual. - Pintura	11,7	3,6	-8,1	-69,2%
Pintura - Abrir Canal	7,8	11,7	3,9	+50,0%
Abrir Canal - Costura	6,9	7,0	0,1	+1,4%
Costura - Apl. Prim Cola	18,1	9,2	-8,8	-48,9%
Apl. Prim Cola - Apl. Vira	1,3	3,2	2,0	+56,0%
Apl. Vira - Abrir Vira	6,1	1,5	-4,6	-75,4%
Abrir Vira - Lixar	2,1	4,7	2,6	+23,8%
Lixar - Bolear/Chanfrar	4,9	4,7	-0,1	-3,1%
Bolear/Chanfrar - Linha	17,2	10,7	-6,5	-37,8%
Total	101,0	70,5	-30,4	-30,2%

Como se pode verificar, espera-se uma redução drástica na maioria das movimentações e um aumento em algumas delas. No cômputo geral verifica-se uma redução em 30,4 metros percorridos pela sola, cerca de 30% da distância inicial total.

Em suma, as alterações projetam um futuro bastante melhor que a situação atual, reduzindo os desperdícios identificados.

### 3.5. Alteração do *layout* do armazém

O armazém de matérias-primas da empresa foi também alvo de uma reestruturação, procurando melhorar o fluxo de movimentação, e também aumentar o espaço disponível para armazenagem.

#### 3.5.1. Levantamento inicial

Seguindo a mesma metodologia utilizada na área de produção, o primeiro passo foi o desenho em 2D do armazém no seu estado inicial. No Anexo H encontra-se o mapa do armazém, com a respetiva legenda e significado da nomenclatura utilizada.



Figura 13 – Problemas identificados no armazém

Como se pode observar (quer na Figura 13, quer no desenho no anexo H), o armazém encontra-se extensamente ocupado com material espalhado em diversos locais, paletes mal armazenadas devido à falta de espaço nos corredores para o empilhador se movimentar, entre outros.

É possível também verificar que a disposição das estantes não é ideal, pois é misturada uma configuração em “U” com a configuração em paralelo.

### 3.5.2. Alterações sugeridas

Para desenhar um novo *layout*, foram definidos os seguintes objetivos:

- 1º. Maximizar o espaço disponível para estantes;
- 2º. Permitir o fácil acesso do empilhador a qualquer nível de estante;
- 3º. Diminuir a quantidade de inventário de matérias-primas não alocadas a estantes.

Para satisfazer o ponto terceiro, foi decidido, pela gerência, adquirir contentores para o exterior onde se pudesse colocar material que já não se utilizasse e também maquinaria inutilizada. Graças a esta decisão é possível libertar várias estantes para o armazenamento de material.

Relativamente ao segundo ponto, foram realizados testes com o empilhador para se obter a distância mínima necessária entre estantes deve obedecer. Este novo *layout* foi realizado utilizando a planta pré-definida do espaço disponível após a realização de obras no andar superior.

A Tabela 3 resume as considerações tidas para a elaboração do novo *layout* do armazém.

Tabela 3 - Aspetos a ter em conta para o novo layout

Aspetos	Quantidade	Unidade	Percentagem
Distância mínima entre estantes	3,5	m	---
Distância entre estantes consecutivas	0,4	m	---
Redução do espaço disponível	63,2	m <sup>2</sup>	9,97%

No Anexo I é apresentado o *layout* final com o uso dos empilhadores a gás. Porém, a utilização de um empilhador a gás dentro do armazém pode trazer graves problemas para a qualidade do ar interior. Segundo a legislação em vigor, esta prática segue um controlo muito apertado relativamente à emissão de gases. O empilhador existente na empresa apresenta elevado estado de desgaste e deixa um cheiro tóxico no armazém quando é utilizado, para além de uma densa nuvem de fumo. Através desta constatação, foi discutida a hipótese da utilização de um *stacker* com funcionamento por bateria recarregável.

Este novo empilhador permite também a seguinte vantagem expressa na Tabela 4:

Tabela 4 - Variação das características atendendo o tipo de empilhador

Aspetos	Quantidade	Unidade	Empilhador
Distância mínima entre estantes	3,5	metro	Gás
Distância mínima entre estantes	2,5	metro	<i>Stacker</i>

A Figura 14 representa os dois *layouts* desenhados, o primeiro com a utilização de um empilhador a gás, e o segundo com *stacker* (os Anexos J.1 e J.2 apresentam estes dois *layouts* em maior escala).

O esquema de cores utilizado tem o seguinte significado:

- Preto: Estantes inalteradas devido ao seu posicionamento relativamente ao montacargas e à parede (apenas no *layout* dimensionado para o uso de um *stacker*);
- Azul: Estantes que foram deslocadas devido à redução do comprimento necessário para a livre movimentação do *stacker* (apenas no *layout* dimensionado para o uso de um *stacker*);
- Vermelho: Espaço liberto com esta alteração onde se consegue colocar mais estantes. As estantes a vermelho podem ser vistas na sua posição original e a sua deslocação no Anexo J.1;
- Verde: Espaço livre.

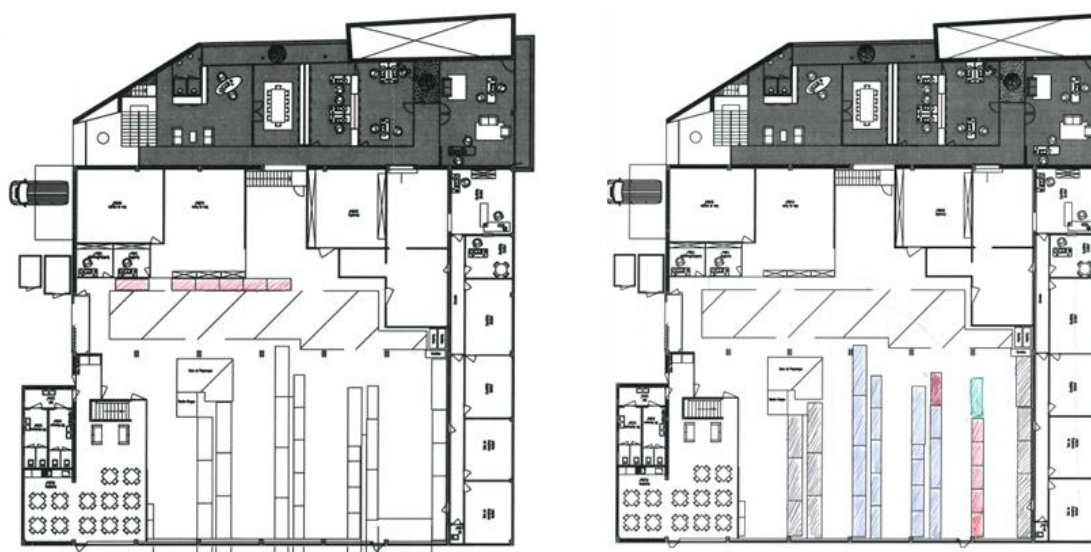


Figura 14 - *Layouts* do Armazém com uso de Empilhador ou Stacker

Em suma, o uso de *stacker*, em relação a um empilhador a gás permite os seguintes ganhos em área de armazenagem, expressos na Tabela 5 e na Tabela 6:

Tabela 5 - Ganhos em espaço de armazenagem 1

5 Módulos inseparáveis (ferro fundido)		
Dimensão	Medida	Unidade
Comprimento	9,55	m
Largura	0,95	m
Área	9,07	m <sup>2</sup>

Tabela 6 - Ganhos em espaço de armazenagem 2

Estante (junto escritório)		
Dimensão	Medida	Unidade
Comprimento	2,65	m
Largura	0,90	m
Área	2,39	m <sup>2</sup>

Para o cálculo do espaço ganho, foram utilizadas as dimensões das estantes que se conseguiram acrescentar às filas de estanteria definidas.

Este espaço em armazenagem ganho tem um custo para a empresa, a aquisição de um *stacker*.

### 3.5.3. Impacto das alterações sugeridas

Após reunião com a gerência, foi decidido enveredar pelo *layout* desenhado recorrendo a um *stacker*. A Tabela 7 resume os ganhos e custos deste caminho.

Tabela 7 - Ganhos e Custos do layout com *stacker*

Parâmetro	Quantidade
Ganho total	11,46 m <sup>2</sup>
Investimento (aprox. <sup>3</sup> )	3.500 €

Para além dos ganhos e custos salientados e inerentes a este projeto, a substituição por um *stacker* permite um ambiente de trabalho com uma qualidade do ar bastante melhor.

Esta melhoria não pode ser esquecida, apesar de ser difícil de quantificar, pois foram reportadas varias queixas por parte dos funcionários relativamente a essa situação.

## 3.6. Outras intervenções

Para além das alterações de *layout* definidas, foram realizados alguns outros projetos, de menor dimensão, no âmbito da filosofia *lean*.

### 3.6.1. Intervenção 1

Na secção das amostras, foi elaborado um quadro de ferramentas como projeto-piloto. A escolha da secção das amostras é explicável pelo fato de esta ser bastante mais pequena do que a secção de produção. A análise da aceitação deste projeto permite concluir sobre a possível aceitação aquando da implementação na produção. São assim detetados problemas iniciais que possam vir a surgir e eliminados.

As ferramentas a incluir neste quadro foram obtidas através do diálogo com os 5 funcionários desta área.

Numa primeira discussão, foram levantadas as seguintes ferramentas da Tabela 8:

Tabela 8 - Ferramentas escolhidas para o quadro

Ferramentas escolhidas	
Alicate	Pistola de Pintar
Paquímetro Digital	Facas
Chaves de fendas	Fita-cola
Martelo	Fita métrica

Após uma discussão sobre o cômputo de ferramentas levantadas, foi decidido excluir a faca, uma vez que estas desaparecem com elevada frequência. Assim sendo, sobram sete ferramentas que compõem o quadro de ferramentas da Figura 15.

<sup>3</sup> Investimento com base no *stacker* utilizado como referência, podendo este valor variar consoante o *stacker*.



Figura 15 - Quadro de ferramentas para a secção de amostras

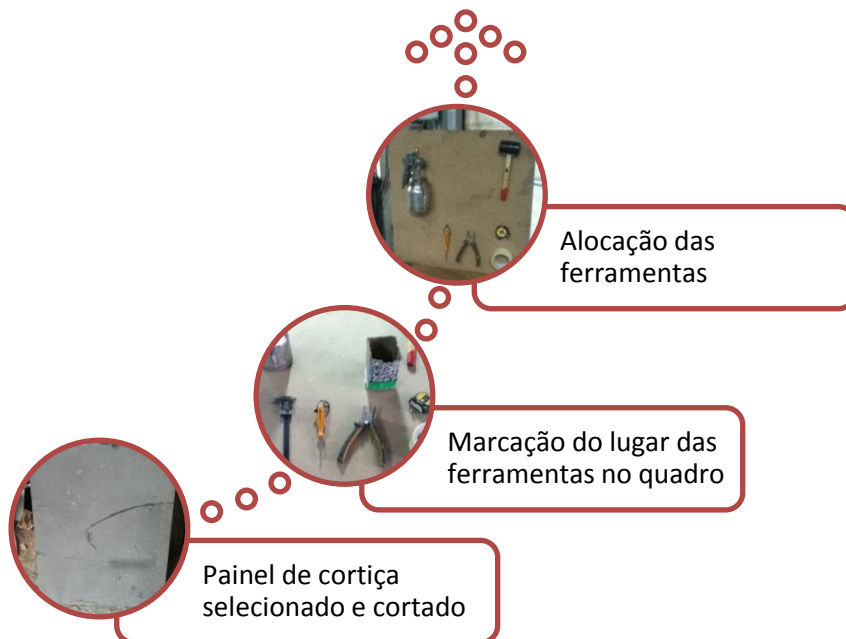


Figura 16 - Desenvolvimento do quadro de ferramentas

A Figura 16 esquematiza os passos dados na elaboração deste quadro de ferramentas para a secção de amostras.

Durante a implementação deste projeto, foi tido o cuidado de envolver todos os cinco operadores da secção das amostras. Este método permitiu uma aceitação do quadro muito maior que o esperado. Por outro lado, foi referido o possível desaparecimento de ferramentas do quadro, uma prática que se revela comum com objetos deixados à vista por toda a área produtiva.

Em suma, este projeto-piloto permitiu obter as conclusões benéficas e prejudiciais, como é visível na Tabela 9, para os restantes projetos implementados:

Tabela 9 - Conclusões do projeto-piloto

✓ Benéfico	✗ Prejudicial
Incluir todos os operários da secção	Desaparecimento de ferramentas
Ouvir as necessidades	

Tudo o que foi aprendido foi então exteriorizado para as restantes intervenções.



### 3.6.2. Intervenção 2

Durante a construção do *VSM*, confirmou-se a operação de colocar vira como o gargalo da produção. Assim sendo, tornou-se essencial intervir nesta secção.

A secção de colocar vira é composta por duas máquinas de colocar vira automáticas e duas máquinas manuais de colocar vira. Como máquina de apoio existe ainda uma máquina que aplica cola na vira. A máquina manual de aplicar vira e a máquina de apoio podem ser vistas na Figura 17 e na Figura 18, respetivamente.



Figura 17 - Máquina manual de aplicar vira



Figura 18 - Máquina de aplicar cola na vira

Como ponto de partida foram analisadas primeiro as máquinas manuais de aplicar vira, por se tratarem das máquinas mais utilizadas. Utilizando o conhecimento obtido com o projeto-piloto, foi englobada toda a equipa na discussão de ideias que permitissem aumentar a produtividade da secção.

Foi sugerida a implementação de uma ferramenta *lean* muito utilizada, o 5S. Analisando o espaço da máquina e as ferramentas necessárias, concluiu-se que se trataria de uma excelente ideia.

Iniciando com o *seiri*, decidiu-se arrumar a caixa de peças utilizadas como ferramentas para as máquinas manuais de aplicar vira.



Figura 19 - Caixa de peças para a máquina de vira

Como se pode verificar pela Figura 19, a caixa de peças encontra-se sobredimensionada, com diferentes tipos de peças novas e velhas, e inclusive com peças desnecessárias. Após a aplicação do 1º S, obteve-se a seguinte redução do número de peças, visível na Tabela 10.

Tabela 10 - Redução do número de peças

	Peças 1	Peças 2
Contagem Inicial	88	24
Contagem Final	74	1
Redução	15,9%	95,8%

A etapa seguinte define a organização (*seiton*) das ferramentas não excluídas. Assim, decidiu-se implementar um novo quadro de ferramentas, feito em chapa de aço onde se possa alocar cada peça ao seu lugar.

Anteriormente, a mudança destas peças na máquina ocupava entre 4 a 5 minutos, pois era necessário tentar descobrir a peça certa para o tipo de vira a utilizar. Para evitar este problema, decidiu-se criar um espaço à frente de cada peça alocada onde se possa colar a referência da vira que aquela peça permite trabalhar.

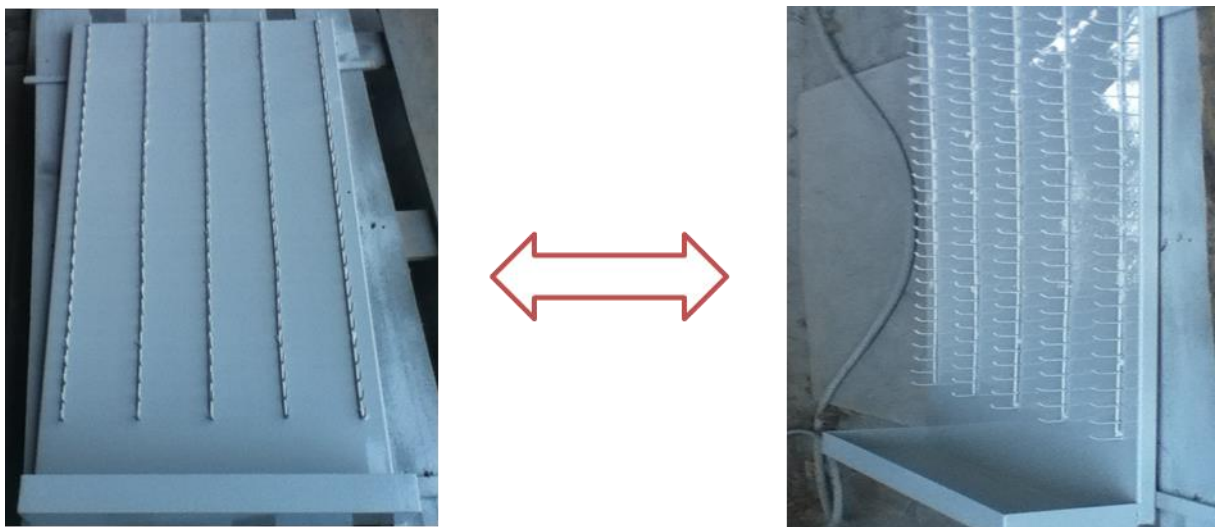


Figura 20 - Quadro de ferramentas para as máquinas manuais de aplicar vira

A Figura 20 mostra então o quadro definido e preparado para ser aplicado na secção de aplicar vira, com uma armação em chapa de metal para se pendurarem as pequenas peças identificadas. Na parte inferior existe também uma caixa desenhada com o intuito de armazenar as peças maiores e de formatos diferentes.

O 3ºS, *seiso* ou limpeza, foi levado a cabo em toda a área circundante da máquina, bem como na própria máquina. A realização desta etapa permite detetar mais rapidamente avarias e problemas com a máquina de aplicar vira. Por questões de limite de tempo, as restantes etapas da metodologia 5S não foram aplicadas até ao prazo final da presente dissertação.

Para a máquina de aplicar cola na vira, foi definido e preparada uma ação, mas por se encontrar ainda numa fase muito inicial (construção do quadro) não será tida em conta na presente dissertação.

### 3.6.3. Intervenção 3

Paralelamente à intervenção anterior foi desenvolvida uma ação na secção dos cortantes.

O corte realizado nos balancés utiliza cortantes em aço. Após a sua utilização, são guardados em caixas de cartão, identificadas por referências escritas à mão, e amontoados sobre as outras caixas. Para a produção de rastos existem dois balancés.



Como se pode constatar na Figura 21, foi atingido um ponto crítico, em que muitas das caixas, devido ao seu elevado desgaste estão remendadas com fita-cola.



Figura 21 - Arrumação dos cortantes

Definida a equipa de profissionais, os dois cortadores e o encarregado da produção, foi discutida a hipótese de substituir as caixas de cartão por algo mais resistente.

Estando num processo de eliminação de caixotes de plástico, foi apresentada a substituição das caixas de cartão por estes. Esta ideia foi bem aceite pelos elementos da equipa, e fomentou um certo nível de interesse numa rápida implementação.

A Figura 22, apresentada de seguida mostram a evolução da intervenção planeada, através de uma série de fotografias.

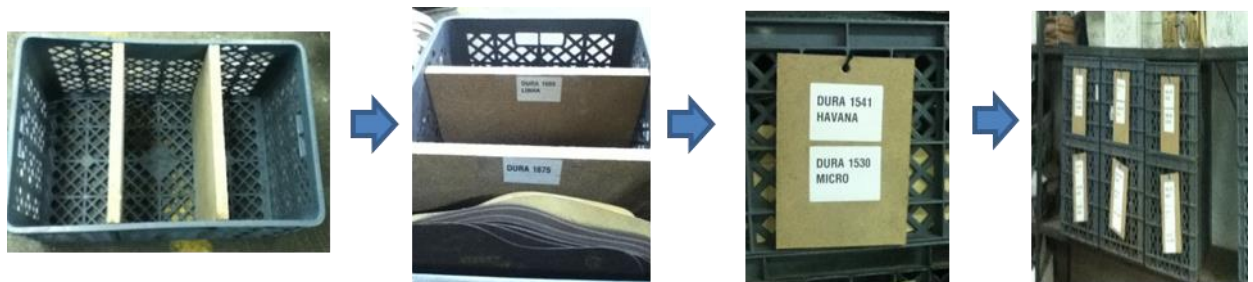


Figura 22 - Caixotes de plástico preparados para os cortantes

Estando devidamente identificados, cada divisão dos caixotes encerra uma referência. Quando armazenados nas estantes, os caixotes ficam com os crachás identificativos (3ª fotografia) virados para o operador. Foi também definido agrupar as referências por clientes, ou seja, todos cortantes de rastros para o cliente ficam juntos, algo que não acontecia anteriormente.

A estrutura das etiquetas segue a lógica apresentada na Figura 23.



Figura 23 - Definição das etiquetas

No presente caso, o nome do cliente é Dura, enquanto a referência da sola é 1541 Havana. A composição da referência da sola tanto pode ser composta por um número e um nome ou apenas por um nome ou um número. O único fator comum é o nome do cliente, todos os cortantes estão identificados primeiro pelo nome do cliente, seja ele qual for.

#### 3.6.4. Intervenção 4

A última intervenção realizada na empresa foi a implementação de planos ILL – Inspeção, Lubrificação e Limpeza.

Estes planos foram ligeiramente modificados para incluírem alguma informação básica, como ligar e desligar a máquina, de modo a facilitar a introdução de um novo elemento, sem experiência, na utilização das máquinas.

No Anexo I é possível visualizar o plano ILL para as máquinas de corte computadorizado que a Solart possui. Estas máquinas encontram-se no armazém, e fazem o corte de solas utilizando uma lâmina, realizando o corte em toda a placa após o desenho dos rastos pelo operador no computador. Das duas máquinas existentes, uma delas é dedicada exclusivamente ao corte para a produção, enquanto a outra se dedica maioritariamente ao corte de material para a secção de amostras.

### 3.7. Conclusões

Findo o projeto desenvolvido na Solart, a mudança de *layout* está projetada para ficar completa no último trimestre do ano, pois a mudança de armazém engloba a realização de obras para a criação de um refeitório e escritórios para a administração.

Os *layouts* desenhados e que se encontram em fase de implementação procuram reduzir os desperdícios e mostram um potencial enorme.

As intervenções realizadas foram extremamente bem aceites pelos setores. A implementação do quadro de ferramentas na secção de amostras foi descrita pelos operários da secção como bastante proveitosa, ficando o chefe de secção bastante agradado com a adesão de todos.

A secção de aplicação de viras, o gargalo da produção identificado no *VSM*, também foi alvo de uma ação de melhoria de produtividade. Tratando-se do gargalo produtivo, é neste ponto que as ações têm impacto, uma vez que as melhorias de produtividade influenciam o *output* final quando incidem no *bottleneck*. Com a identificação das viras e das respetivas peças a serem utilizadas na máquina manual de aplicar vira, prevê-se uma redução bastante significativa no tempo de *setup*. Não existem valores até ao presente momento uma vez que a construção do quadro necessita que sejam adicionadas as etiquetas da vira, algo que foi planeado para acontecer à medida que estas são utilizadas.

## 4. Caso de estudo 2: empresa de mobiliário

No capítulo seguinte é descrito o projeto realizado numa empresa da indústria do mobiliário, a Tábula.

Este projeto englobou a definição de um novo *layout* para a secção de produção da fábrica, bem como a definição e implementação de outros projetos de melhoria de menor dimensão

### 4.1. A empresa

A J.A. & Simão é uma empresa do ramo da indústria do mobiliário, especializada na produção de mesas de madeira. Os seus produtos contam com uma reputação de qualidade elevada, alicerçados num estilo contemporâneo e inigualável. A sua denominação comercial é Tábula, com o logotipo apresentado na Figura 24.



Figura 24 - Logotipo J.A. & Simão, Lda. (Fonte: <http://tabula.pt/site/imgs/logo.png>)

O seu leque de produtos é bastante diversificado, com mesas de diversos modelos e formatos. O processo produtivo e o processo de desenvolvimento do produto contam com uma elevada participação do cliente de modo a garantir a satisfação total com o modelo final. Tratando-se de uma empresa de referência para os seus clientes, a Tábula entrou também no mercado global, através das suas exportações para o mercado inglês, entre outros na Europa, e também para o Sul de África.

Estando no ramo do mobiliário, numa região fortemente associada a esta atividade, a Tábula produz mesas de madeira. Estas podem ser de muitos tipos de madeira, e durante o seu processo produtivo são lhes conferidos as feições e entalhes necessários.

### 4.2. O projeto

O projeto a ser desenvolvido na Tábula encontra-se inserido no âmbito de um projeto IDIT (Instituto do Desenvolvimento e Inovação Tecnológica). Tendo começado no ano de 2013, este passou já por várias fases. O projeto da XC caracteriza-se pela aplicação dos conceitos *lean* em toda a fábrica, com ênfase no aumento da produtividade e diminuição de *stocks* em curso.

No âmbito desta dissertação é efetuada a etapa de mudança de *layout*. A mudança implica a aplicação dos princípios *lean* para a redução de desperdícios. Tendo em conta a aquisição de um novo espaço, será então para este que se efetuou a definição do novo *layout*.

Este novo armazém procura responder à elevada necessidade de espaço que a empresa vinha a apresentar devido ao seu crescimento ao longo dos últimos anos.

Tal como aconteceu no caso de estudo 1, durante o decorrer deste projeto deparou-se com a ideia da enorme variedade de produtos que a empresa apresenta ao seu cliente. A divisão dos

grandes grupos de mesas, com variados acabamentos diferentes, e variados tipos de material cria uma ideia de enorme complexidade.

Com o foco nos processos, em vez de nos produtos, volta-se a contradizer a ideia de complexidade produtiva, pois a maioria dos produtos da Tábula segue a mesma ordem de processos.

#### **4.2.1. O processo produtivo**

Analisando o modo de funcionamento da área de produção da empresa, seguindo algumas encomendas desde que são iniciadas até ao embalamento, tentou-se caracterizar o processo produtivo da Tábula.

Relativamente à produção, é evidente uma organização *make-to-order*, onde após a receção da encomenda se inicia o corte da madeira até à etapa final dos acabamentos.

Uma análise ao tipo de *layout* da empresa permitiu concluir que esta não segue nenhum dos formatos apresentados no capítulo dois. A disposição das máquinas não apresenta nenhuma lógica, tendo sido apenas alocadas consoante o espaço livre existente e a necessidade de acesso à aspiração.

Após o corte, a madeira é calibrada e segue para a seção de folha, onde é colada e prensada à folha. Seguidamente é encaminhada para as CNCs sendo conduzida posteriormente para a orladora, onde cola uma orla à volta das faces que ficam visíveis na mesa. O passo seguinte engloba a passagem pela prensa de componentes, seguido da marcenaria e finalmente para a secção de embalamento, caso seja necessário.

### **4.3. Desenho do novo *layout***

Tendo em vista a filosofia *lean*, foi preciso definir os parâmetros que melhor se traduzam na elaboração de um *layout* funcional e prático, sem violar nenhuma das características fundamentais desta metodologia.

Assim, foram tidos em conta as seguintes metas:

- Evitar contra fluxos, isto é, do ponto de vista *lean*, dois desperdícios a evitar são o excesso de movimentações e o excesso de transporte;
- Evitar a contaminação de determinadas áreas por pó e poeiras: a contaminação da secção de embalagem pode gerar a necessidade de voltar a limpar os componentes;
- Aumentar a disponibilidade dos operários, através do aumento da automatização quer das máquinas, quer dos processos.

#### **4.3.1. Levantamento Inicial**

Uma ferramenta importante para a construção de um novo *layout* é a elaboração de diagramas de espaguete.

Porém, para a elaboração do diagrama é necessário ter um suporte com a planta do chão de fábrica, o que não existia. Procedeu-se então, numa primeira etapa, ao desenho 2D do *Gemba*. A Figura 25 apresenta o *layout* existente (presente com maior escala no Anexo L).

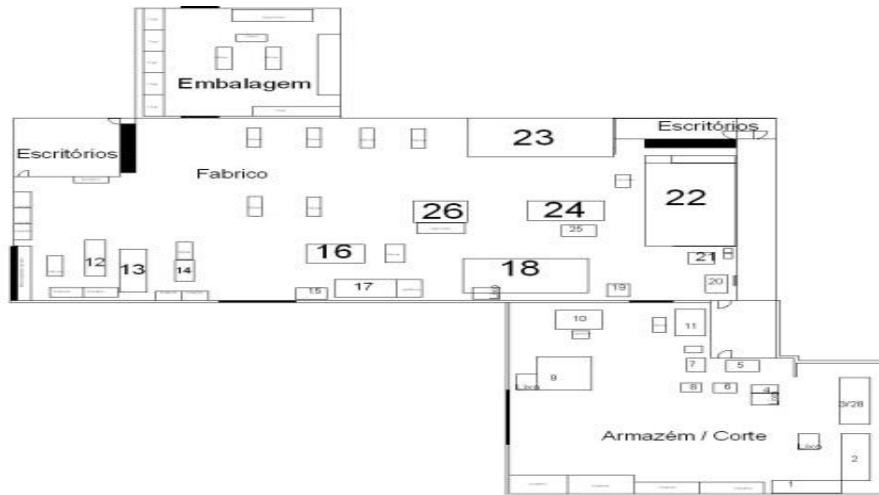


Figura 25 - Layout atual da Tábula

Este mapa representa todo o chão de fábrica e toda a maquinaria disponível para uso dos operadores, bem como todas as mesas e estantes necessárias em cada processo.

Desenhada a planta, é então possível elaborar o diagrama de esparguete. Este encontra-se apresentado na Figura 26, e em maior escala no Anexo M.

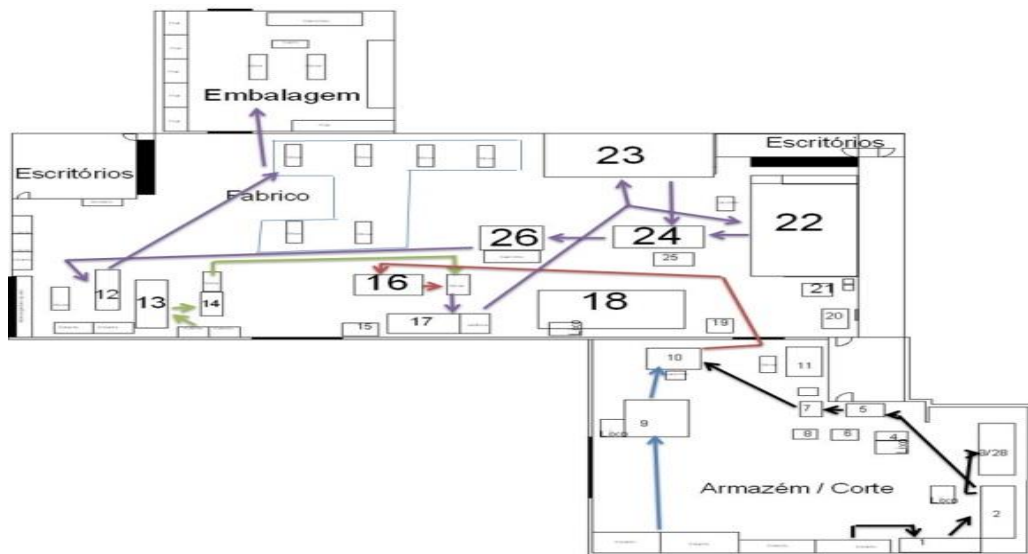


Figura 26 - Diagrama de Esparguete da Tábula

A sequência dos processos depende do tipo de material usado na construção da mesa. A primeira possibilidade é a utilização de placas de madeira (já processadas) e a segunda, o uso de madeira. A Tabela 11 exemplifica o código de cores utilizado e a sequência para os dois tipos de material.

Tabela 11 - Código de cores e sequência de processos

Tipo de material	Início	Sequência Comum
Placas de madeira:	Azul	Rosa (paralelamente com o Verde) --> Violeta
Madeira:	Preto	

Como é possível verificar, ocorre um desperdício enorme em movimentações, quer de pessoas, quer de materiais. São assim identificados dois *Mudas*, excesso de movimentos e excesso de transporte de materiais. Estes contra fluxos identificados são o resultado do crescimento rápido da empresa.

O Gráfico 3 apresenta as deslocações realizadas pelo material desde o fim do corte até ao fim da transformação em mesa. Não foram incluídas as distâncias percorridas pela secção de corte visto a madeira ter origem em máquinas diferentes.

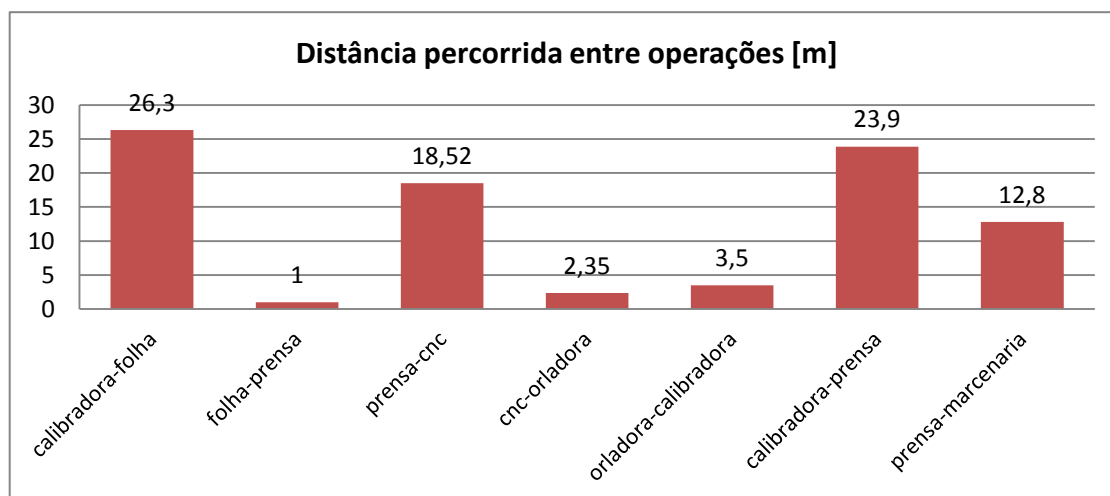


Gráfico 3 - Distância percorrida na produção

Como se pode verificar, existe uma variedade de distâncias percorridas. Enquanto existem operações com distâncias elevadas, outras são praticamente nulas.

A saturação do espaço e falta de organização identificadas levaram à decisão, por parte da gerência, em mudar de instalações.

Estando planeada para o mês de agosto, foi dada liberdade para o desenho de raiz do *layout* da nova fábrica.

#### 4.3.2. Alteração do *layout*

Tal como nos outros projetos, a etapa inicial passa por observar e desenhar o espaço adquirido para onde se mudará a Tábula. A Figura 27 (ampliada no Anexo N) resulta do desenho em 2D da nova área.

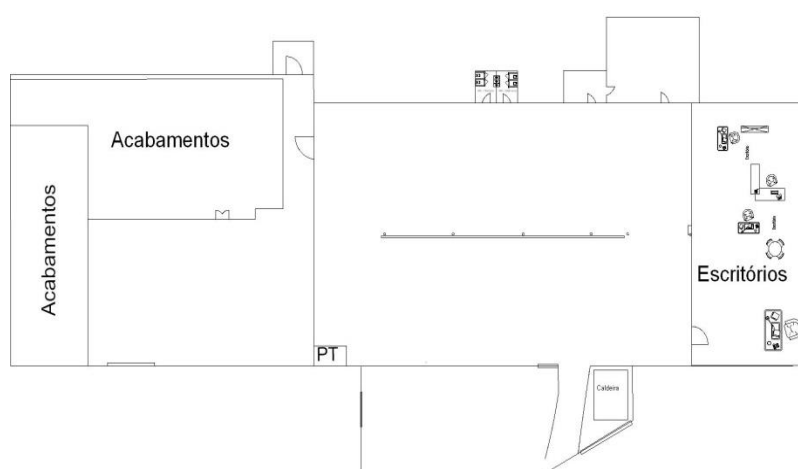


Figura 27 - Planta do novo espaço

As áreas definidas para escritórios e acabamentos encontram-se, à partida, escolhidas para tal.

É de salientar que a área “Acabamentos” não pertence à Tábula, pois trata-se de uma empresa à qual é subcontratado todo o serviço necessário. Porém, por razões de cariz desconhecido, esta empresa mudar-se-á juntamente com a Tábula para o novo espaço.

O objetivo a médio-longo prazo da gerência é ter um volume de vendas que lhes permita ocupar toda a capacidade produtiva da empresa de acabamentos.

Identificados os desperdícios, fruto do diagrama de esparguete, definiram-se os seguintes objetivos para o novo *layout*:

- Evitar *Muda* de transporte de materiais;
- Evitar *Muda* de Movimentação;
- Criar o melhor fluxo e evitar contra fluxos;
- Criar espaço suficiente para que ocorra uma movimentação fluída.

É de salientar que foi tido sempre em atenção o evitar criar outros tipos de *mudas* só para eliminar os já existentes.

O passo seguinte foi o de definir uma equipa para discussão e análise das propostas. Assim foi englobada a gerência e o encarregado do chão de fábrica nas reuniões.

Com base no diagrama de esparguete definido, foi elaborada uma primeira versão do *layout*. Este pode ser visualizado na Figura 28, bem como no Anexo O em maior escala.

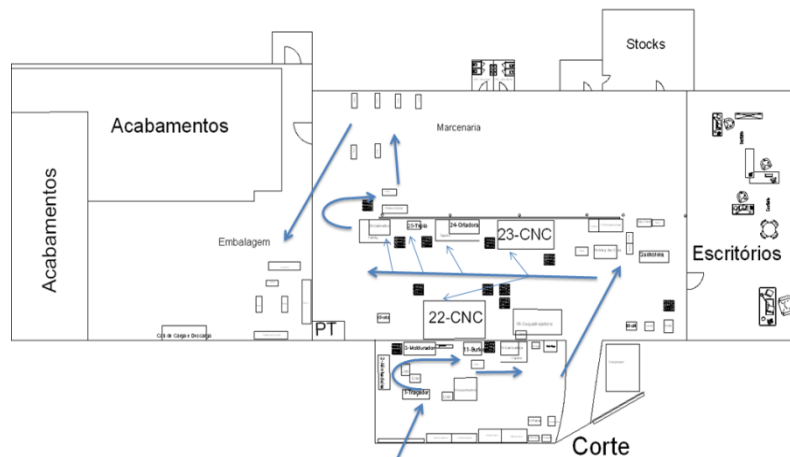


Figura 28 - Novo *layout* da Tábula v1

A secção de corte ficou planeada para o nível mais inferior do espaço, e com esta decisão consegue-se reduzir a quantidade de pó que se espalha para a fábrica. Porém, foram salientados alguns aspetos negativos neste desenho, apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 - Vantagens e desvantagens do layout v1

✓ Aspetos Positivos	✗ Aspetos Negativos
Corte separado	CNC no meio da fábrica <sup>4</sup>
Acabamentos separado	Marcenaria num local indesejado
	Empresa trocará algumas máquinas

<sup>4</sup> Dificultando a visão do encarregado de um lado ao outro da fábrica.

Após a discussão desta planta, foi decidido refaze-la de modo a transformar todos os pontos negativos em positivos. Deste modo nasceu a versão número 2, presente na Figura 29 (e em maior escala no Anexo P).

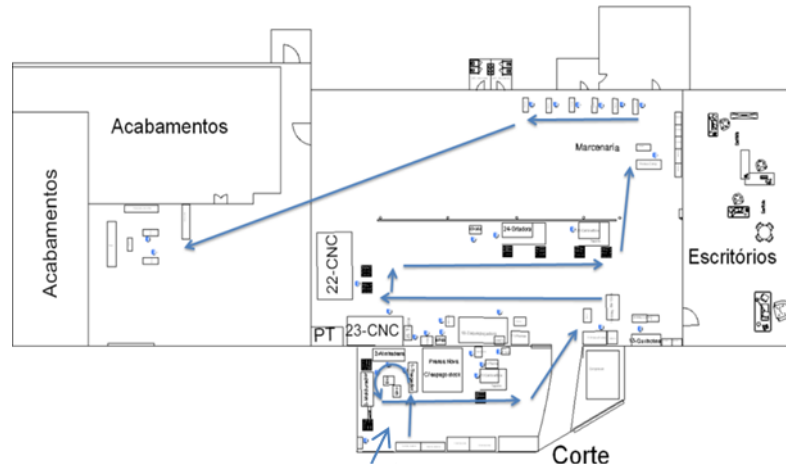


Figura 29 - Novo *layout* da Tábula v2

Durante a reunião de discussão deste *layout* conseguiu-se um maior consenso, porém foi ainda detetado o seguinte ponto menos positivo, presente na Tabela 13:

Tabela 13 - Vantagens e desvantagens do layout v2

✓ <b>Aspetos Positivos</b>	✗ <b>Aspetos Negativos</b>
Corte separado	Secção da folha cria algum contra fluxo
Acabamentos separado	
CNC encostadas à parede	
Marcenaria bem alocada	

Como se pode verificar, foi conseguida a transformação de quase todos os pontos negativos em positivos, mesmo sendo necessário dimensionar utilizando dimensões para novas máquinas que a empresa pretende adquirir. Porém foi criado um novo ponto negativo, um contra fluxo no nível da produção. Após o corte, a madeira precisa de ir para a secção da folha para depois voltar para trás e seguir o resto dos processos.

Ao verificar o início do corte, foi discutida a hipótese de abrir uma porta nova para entrada de matéria-prima de modo a eliminar a volta dada logo no início. Com esta hipótese foi desenhada uma terceira versão, exibida na Figura 30 e no Anexo Q em maior escala.

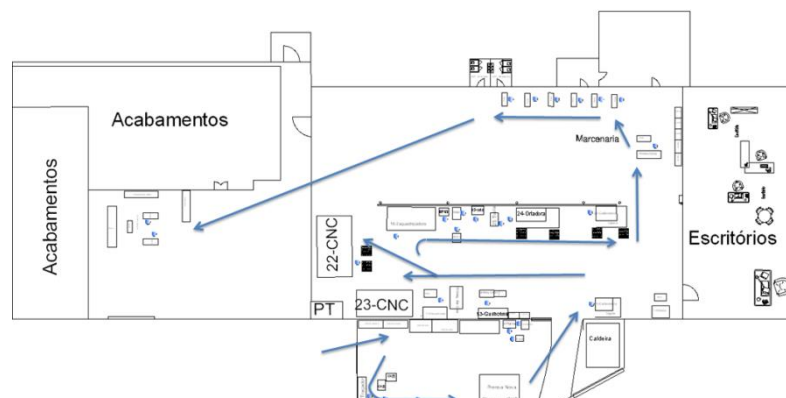


Figura 30 - Novo *layout* da Tábula v3



Durante a reunião final, foi finalmente aprovado o *layout* v3 com os seguintes pontos negativos e positivos mostrados na Tabela 14:

Tabela 14 - Vantagens e desvantagens do layout v3

✓ Aspectos Positivos	✗ Aspectos Negativos
Corte separado	Calibradora cria contra fluxo
Acabamentos separado	
CNC encostadas à parede	
Marcenaria bem alocada	

Nesta última versão, o ponto menos positivo é a existência de um ligeiro contra fluxo logo após o corte, na máquina calibradora, imediatamente antes de acabar toda a seção de corte. Apesar de esta máquina fazer parte da referida secção, a sua utilização não liberta pó, daí não existir algum problema relativamente a este aspeto.

A contínua existência de um ponto negativo mostra que a definição do *layout* sobre o ponto de vista da filosofia *lean*, e tendo em conta as restrições de espaço e do processo, requer um processo iterativo até se atingir a melhor solução, e mesmo assim pode não ser possível atingir um *layout* perfeito.

#### 4.4. Impacto das alterações sugeridas

Com a mudança planeada para o mês de agosto, não é possível ainda identificar um conjunto de vantagens esperadas, porém, é possível estimar o valor da distância percorrida para os processos analisados.

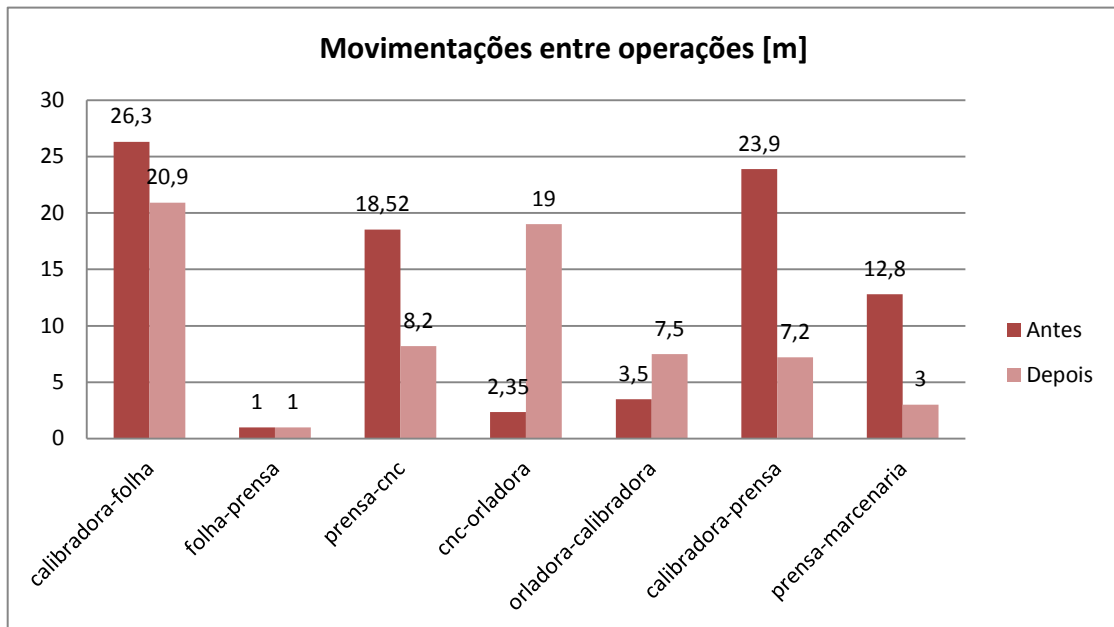


Gráfico 4 - Variação das distâncias percorridas

No Gráfico 4 é comparada a distância percorrida entre a situação atual e o novo *layout*. A Tabela 15 ajuda a entender os ganhos, explicitando a diferença, em metros, entre as duas situações e a sua variação percentual.

Tabela 15 - Ganhos esperados com a alteração do layout

Movimentação	Antes [m]	Depois [m]	Diferença [m]	Variação
Calibradora-folha	26,30	20,90	-5,40	-20,50%
Folha-prensa	1,00	1,00	0,00	0,00%
Prensa-cnc	18,52	8,20	-10,32	-55,70%
Cnc-orladora	2,35	19,00	16,65	+708,50%
Orladora-calibradora	3,50	7,50	4,00	+114,30%
Calibradora-prensa	23,90	7,20	-16,68	-69,80%
Prensa-marcenaria	12,80	3,00	-9,80	-76,60%
Total	88,35	66,80	-21,55	-24,40%

Analisando a tabela anterior verifica-se uma redução em 21,55 metros percorridos, o que equivale a 24,40% do total. Porém, observa-se também um aumento muito significativo na distância percorrida entre as CNCs e a orladora.

## 4.5. Outras Intervenções

Terminada a definição do novo *layout*, e após a sua aceitação por parte da gerência, foi decidido aproveitar o tempo remanescente da dissertação para realizar atividades que contribuíssem para o desenvolvimento da empresa utilizando como base a filosofia *lean*.

### 4.5.1. Intervenção 1

Com esta nova etapa pela frente, num novo espaço, foi proposto às chefias da empresa a criação de planos ILL para todas as máquinas. Após a explicação desta ferramenta, a ideia foi imediatamente aceite.

No Anexo R são apresentados dois planos elaborados para duas máquinas diferentes. O primeiro plano é para a prensa de componentes, máquina que processa imediatamente antes das mesas seguirem para os marceneiros. O segundo plano é para a alinhadeira, a segunda máquina a operar no corte de madeira. Em ambos os planos são acrescentadas instruções para ligar e desligar as máquinas de modo a facilitar a aprendizagem de elementos que operem com a maquinaria pela primeira vez.

### 4.5.2. Intervenção 2

Durante o decorrer do projeto, ficou decidido avançar para a aplicação de ferramentas *lean* na secção da marcenaria após a conclusão do novo *layout*.

A secção de marcenaria é composta por seis elementos, cada um tem a sua mesa de trabalho e ferramentas. Relativamente às ferragens, cada marceneiro trabalha com um conjunto diferente, mas composto por alguns componentes iguais. Este conjunto de ferragens está estritamente relacionado com as mesas em que cada marceneiro trabalha.

Como se pode verificar na Figura 31, as mesas são compostas por dois tabuleiros, o superior onde a mesa é trabalhada, e o inferior, onde todo o material, como ferragens, é guardado.

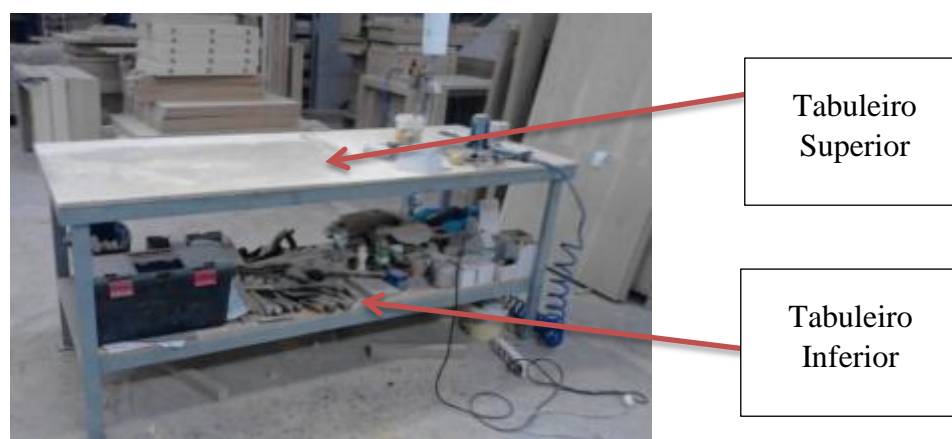


Figura 31 - Mesa de marceneiro

Enquanto o tabuleiro superior fica ocupado com o material/mesa que o marceneiro esteja a utilizar de momento, a parte inferior da mesa encontra-se atulhada de material desnecessário, material necessário mas pouco utilizado, material de uso frequente e lixo. Tudo isto gera enormes desperdícios de tempo.

Com este cenário em vista, foi aprovada a aplicação dos 5S nesta secção da empresa. Porém, até à data de conclusão da presente dissertação, não foi possível aplicar na sua totalidade esta ferramenta. A aplicação dos 5S inicia-se com a fase de triagem. Na Tabela 16 são apresentadas as ferramentas seleccionadas.

Tabela 16 - Ferramentas escolhidas

Ferramentas escolhidas	
Alicate	Conjunto de formões
Conjunto de Brocas	Serrote
Chave de fendas	Lixas
Martelo	Fita métrica
Metro	

Para além das ferramentas, o tabuleiro inferior tem todas as ferragens que o marceneiro necessita, sem qualquer tipo de organização. Um fato constatado é que cada marceneiro opera sobre um determinado conjunto de mesas. Por esta razão, foi realizado um levantamento das ferragens utilizadas por cada um dos seis marceneiros. Este levantamento pode ser visualizado no Anexo S.

No fim, foi gerada a Tabela 17 com todos os materiais usados pelos funcionários da Tábula na secção em questão.

Tabela 17 - Listagem de ferragens usadas na marcenaria

Ferragem	Parafusos (11)	Agrafos (3)	Betume (1)	Dobradiças (2)	Cavilhas (3)	Minifix 5 (1)	Rolamentos (1)	Lixas (3)
	Puxadores (1)	Cola (1)	Buchas (1)	Suporte de Varões (1)	Outros Parafusos (3)		Fechos de mesa (1)	

<sup>5</sup> *Minifix* é um conjunto de três ferragens, bariloto, pernos e grani, usadas na montagem das mesas.

Os números dentro de parêntesis representam a quantidade de elementos diferentes dentro de cada ferragem. Todas as ferragens apresentam elevada utilização, não existindo ferragens desnecessárias nas mesas de marcenaria.

Findo este passo dos 5S, partiu-se para o segundo, organizar. Sem nenhum local específico, foi discutido com os marceneiros a hipótese de criar carros de ferramentas para cada um. Durante o levantamento efetuado para a etapa de triar, verificou-se que os operários utilizam os quatro lados da mesa para trabalhar. Este dado levou à necessidade de definir algo que pudesse se movimentar juntamente com o operador.

Estes carros possuem as ferramentas de cada marceneiro penduradas, enquanto as ferragens ficariam distribuídas pelo tampo do carro, em divisórias identificadas. Foi desenhado em 2D um carro destes, sendo visível na Figura 32, e em maior escala e com as respectivas medidas no Anexo T.

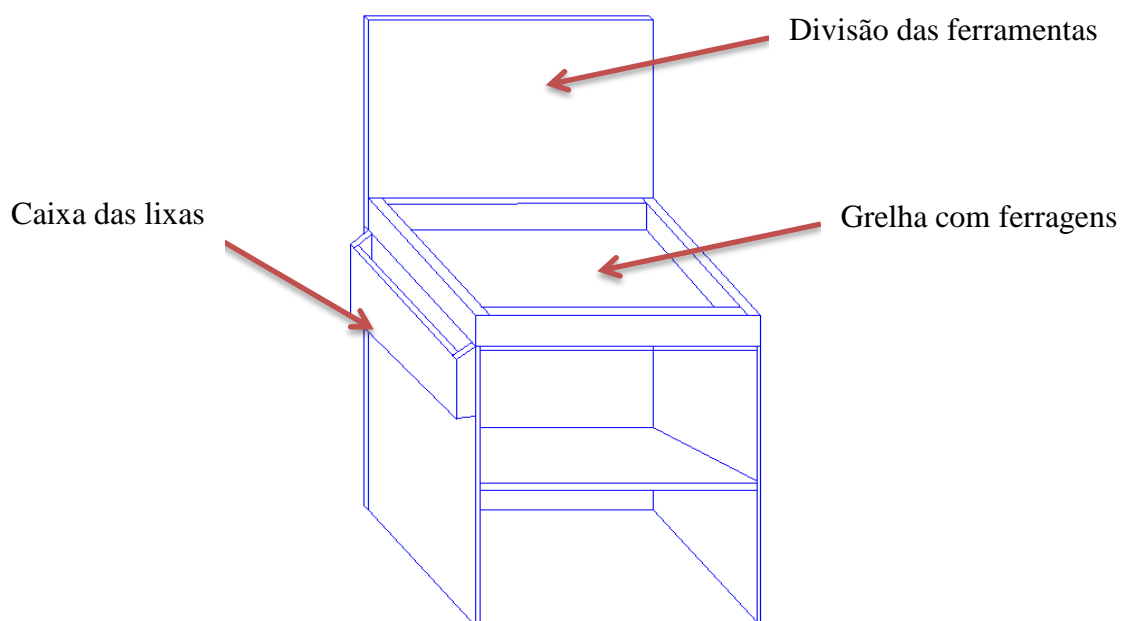


Figura 32 - Desenho 2D do carro de marcenaria

Apesar de não estar representado, este carro assenta sobre 4 rodas, de modo a permitir o acompanhamento dos movimentos do marceneiro. A grelha de ferragens não está totalmente definida na figura anterior, mas pode ser visualizada a vista de cima na Figura 33.

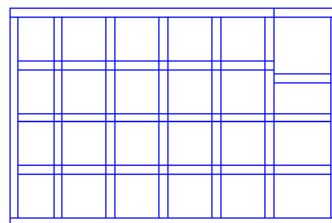


Figura 33 - Grelha de ferragens

Esta grelha de ferragens e as suas medidas apresentam-se no Anexo T, assim como as referentes ao carro. O espaço de maiores dimensões encontra-se reservado para o boião de cola, enquanto o mais pequeno fica para o boião de betume.

A identificação das ferragens será feita através de etiquetas, situadas no beiral superior de cada divisão.

A caixa das lixas tem como objetivo armazenar as 3 qualidades de lixas que os marceneiros usam, lixas de grão 100, 120 e 220. Cada uma fica numa divisão própria, com as respetivas etiquetas de identificação.

Estando em fase piloto, o objetivo desta fase é obter a aprovação de todos os marceneiros com o carro protótipo criado no *gemba* para que quando se proceda à mudança para o novo espaço, cada marceneiro tenha já o seu carro de ferramentas e ferragens.

Como foi referido no início desta secção, devido ao término do período da dissertação não foi possível continuar este projeto.

#### **4.6. Conclusões**

Após a conclusão do projeto de alteração do *layout* e dos planos ILL, apenas ficou por completar a ação de melhoria iniciada na secção da marcenaria. Esta ação não foi completa devido a se ter atingido o fim do período da presente dissertação. Contudo, é de salientar o elevado sucesso das ações implementadas e definidas.

A mudança de *layout* permitirá um melhor fluxo de produção através da eliminação de contra fluxos e eliminação de desperdícios de transporte e movimentação.

É também na ótica de eliminar *mudas* que a segunda intervenção planeada e concretizada tem o maior impacto. A aceitação por parte da equipa de marceneiros foi bastante positiva, e inclusive foi demonstrado uma vontade em desenvolver rapidamente o carro para o seu uso ser o mais rápido possível

A criação de planos ILL, discutidos e confirmados com os operadores das respetivas máquinas e a gerência permite uma maior padronização dos processos de trabalho, algo inexistente na Tábula.

Por fim, salienta-se o facto de os objetivos de redução de desperdícios no desenho do novo *layout* terem sido atingidos, sendo atingido o que foi proposto.

## 5. Conclusões e desenvolvimentos futuros

Os objetivos da presente dissertação encontram-se atingidos, principalmente na redução dos desperdícios identificados. As intervenções planejadas foram extremamente bem aceitas pelas equipes onde foram realizadas. Para além de uma análise das atividades e ações de melhoria, no presente capítulo é também realizada uma análise sobre os fatores de resistência à mudança verificados nos dois casos de estudo, bem como o papel do consultor na implementação da filosofia *lean*.

O capítulo termina com a apresentação de trabalhos futuros que podem ser desenvolvidos nas duas empresas.

### 5.1. Principais resultados obtidos

Na etapa inicial dos dois projetos deparou-se com a ideia vinculada nas duas empresas da complexidade de processos devido à enorme variedade de produtos. Em ambas, a gerência apresentava-se convicta deste fato. Através da análise realizada com o levantamento inicial, e sobretudo com o apoio do VSM e do Diagrama de Esparguete foi possível contrariar esta ideia. A definição de um *layout* através do ponto de vista dos produtos não se apresenta como uma alternativa viável. Definir posições de máquinas utilizando como referência os produtos em si, traz uma complexidade exorbitante. Através do ponto de vista dos processos, é possível definir melhor o novo *layout*, uma vez que se consegue reduzir significativamente o número de variáveis a ter em conta.

Em discussão com colegas consultores da XC Consultores, foi possível confirmar esta ideia, uma vez que quase todas as empresas em que foram realizados projetos de produtividade apresentavam a mesma ideia inicial.

Os *layouts* definidos, apesar de não estarem totalmente implementados à data de conclusão desta dissertação, têm um potencial enorme em reduzir desperdícios como transporte e movimentação. No caso da Solart, quer para o armazém, quer para a produção, os novos *layouts* têm o potencial de permitir um aumento de produtividade sem recorrer à aquisição de mais espaço. São também eliminados os desperdícios identificados. As ações desenvolvidas nos vários setores foram realizadas com sucesso, e a sua aceitação por parte das equipes foi positiva. A atuação na área da vira, o gargalo produtivo, é essencial para reduzir o *lead time* do processo, como tal, a implementação de um quadro de ferramentas na máquina de aplicar vira (consequência da metodologia 5S) apresenta um potencial bastante elevado, e com ganhos futuros bastante significativos em termos de aumento do volume da produção.

Na empresa Tábula, a mudança de instalações para uma de dimensão bastante superior permite elaborar um *layout* com um fluxo mais adequado, sem desperdícios de transporte e movimentações, identificados graças ao levantamento inicial realizado. O carro para os marceneiros permite flexibilizar o seu trabalho, agilizando o processo através da diminuição de movimentos e tempos de procura das ferramentas.

## 5.2. Resistência à mudança

Um dos maiores entraves à implementação da filosofia *lean* reside em incentivar as pessoas a quererem e a fazerem parte do processo de mudança. A resistência à mudança varia de pessoa para pessoa, pois depende do estado psicológico do ser humano e da sua personalidade.

Existem também outros fatores externos que influenciam o nível de aceitação, como o ambiente de trabalho, o nível de *stress*, etc. A Tabela 18 procura apresentar os resultados neste domínio, tal como foram percebidos nas duas empresas analisadas.

Tabela 18 - Resistência à mudança

Caso 1		Caso 2
Equipa mais desmotivada	■	✚ Equipa motivada
Forte resistência à mudança	■	✚ Resistência baixa à mudança
Moderado espírito de camaradagem	■	✚ Elevado espírito de camaradagem
Elevada carga horária (01:30 horas extraordinárias por dia)	■	■ Elevada carga horária (02:00 horas extraordinárias por dia)
Condições de trabalho a serem melhoradas	✚	✚ Boas condições de trabalho e a melhorar com novo espaço
Elevada abertura da gerência a diálogo e a novas ideias	✚	✚ Elevada abertura da gerência a diálogo e a novas ideias
Relação entre gerência e funcionários não tão positiva	■	✚ Boa relação entre gerência e funcionários

Como se pode verificar, a implementação *lean* tem maior potencial na empresa do Caso 2 do que no Caso 1.

A elevada resistência à mudança encontrada na Solart é um obstáculo significativo, e quando associada aos restantes pontos negativos, torna a situação ainda mais difícil. Por outro lado, na empresa Tábula nota-se um maior espírito de grupo e de camaradagem entre os diferentes níveis hierárquicos. Ambas as empresas apresentam um ponto forte em comum, a abertura dos líderes para o diálogo e a discussão de ideias para se implementar nos seus *Gembas*.

Com o decorrer do projeto, foi observada uma maior abertura e aceitação das propostas por parte da Tábula. Fatores como um bom ambiente de trabalho, equipa motivada e grande espírito de camaradagem suplantaram o desgaste físico provocado pela carga horário extra por dia. Mesmo se tratando de um trabalho de elevadíssimo desgaste físico (trabalho envolvendo manuseamento de placas de madeira de grandes dimensões) sempre que necessário existia um colega pronto a auxiliar.

Na Solart, o trabalho caracteriza-se por ser de menor esforço físico, quando comparado com a Tábula, mas não era evidente a abertura e disponibilidade das pessoas em cooperarem. Talvez por se tratar de uma empresa com um número de operários no *gamba*, a rondar os 100 (bastante superior aos 20 funcionários fabris da Tábula), existem vários grupos compostos por 4 ou 5 elementos. Estes grupos, muitas vezes, evitam o contacto entre si, com a separação física durante a hora do almoço.

Por fim, é de salientar que ambas as gerências mostraram intenção e trabalharam para oferecer melhores condições de trabalho aos seus operários.

Associadas estas características e analisando o decorrer do projeto, pode-se afirmar que a implementação do projeto *lean* na Solart foi alvo de uma maior pressão e resistência do que na empresa Tábula.

### 5.3. O consultor como agente de mudança

Mesmo encontrando alguma resistência na empresa Solart, durante a realização das intervenções notou-se a vontade em participar, melhorar e aprender por parte de alguns elementos. Estes elementos contribuíram, em várias ocasiões, com ideias para mais pequenas ações.

Aqui é possível ver a existência do desperdício que a XC Consultores tenta combater, o não aproveitamento de ideias dos operadores. Algumas ideias serviram inclusive para melhorar intervenções realizadas.

É facilmente perceptível o papel que o consultor muitas vezes desempenha nas empresas, um papel de facilitador, de fazer as pessoas/empresas pararem e reverem os processos, orientados por alguém externo que não está ‘viciado’. A implementação de ideias não é minimamente aproveitada, seja por falta de tempo, por falta de condições, ou mesmo por comodismo. Como consultor, salienta-se a elevada necessidade em lutar contra estes obstáculos para implementar ideias benéficas para a empresa.

### 5.4. Perspetivas de trabalhos futuros

Com a evolução do projeto, foram identificados alguns trabalhos futuros passíveis de serem desenvolvidos e que podem contribuir para o sucesso das empresas.

Na Solart:

- Estudo relativo à implementação de um *software* de otimização de corte: analisando as placas após o corte de restos, fica a dúvida quanto à possibilidade de cortar segundo outra ordem, permitindo uma maior rentabilidade das placas;
- Continuação da elaboração dos planos ILL: devido a restrições temporais, e por se tratar de uma empresa com bastante maquinaria de elevada utilização, seria uma aposta proveitosa a implementação destes planos em todas as máquinas;

Na Tábula:

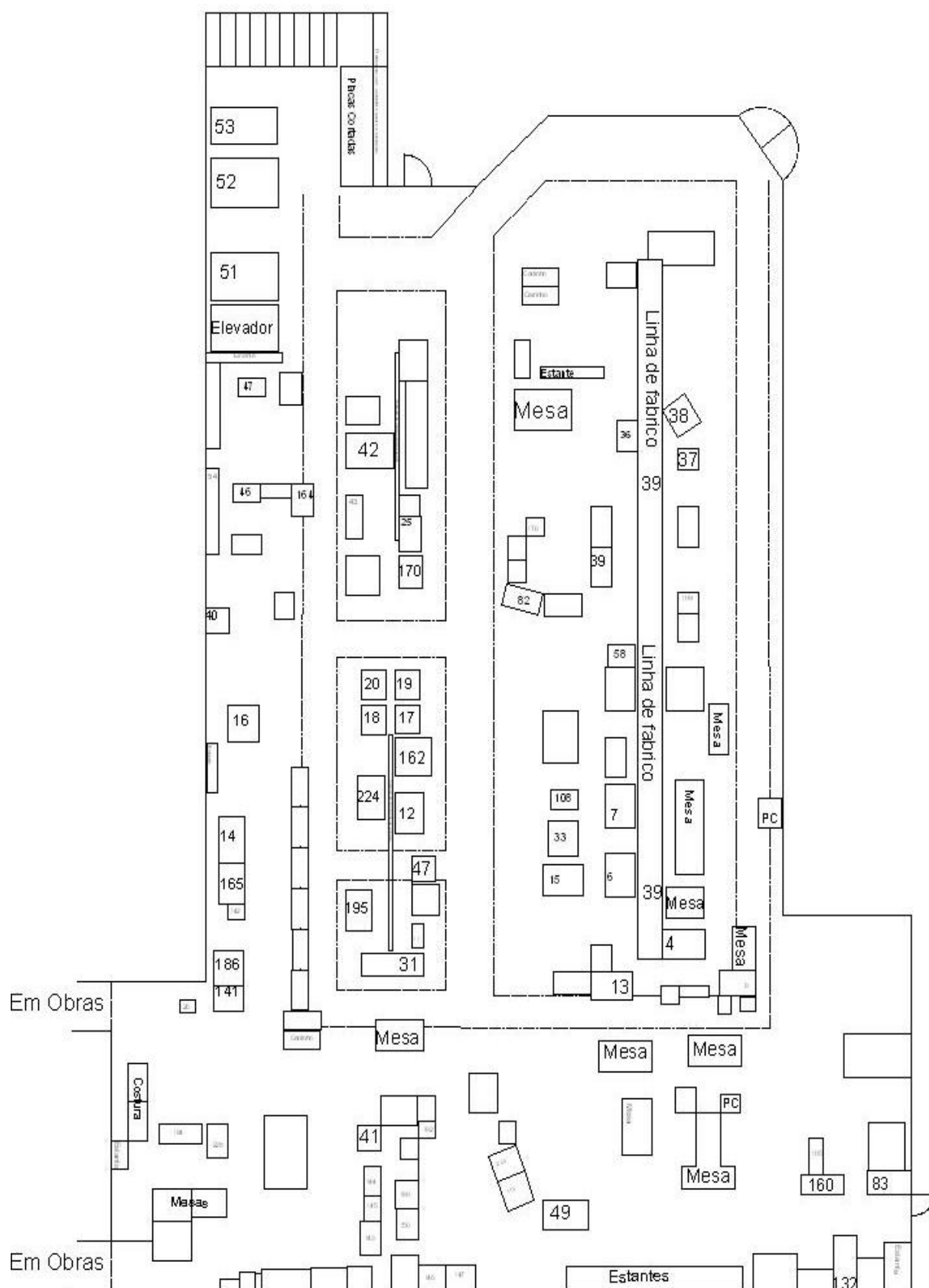
- Implementação de metodologia 5S no novo espaço. A par com a mudança, seria extremamente positiva a implementação desta ferramenta;
- Desenvolvimento de *kanbans* para abastecer o *stock* dos marceneiros;



## Bibliografia

- APICCAPS. 2013. "Monografia Estatística." Acedido a 04 Abril 2014. [http://www.apiccaps.pt/c/document\\_library/get\\_file?uuid=6dec520c-c072-4159-af11-9513cf060f2e&groupId=10136](http://www.apiccaps.pt/c/document_library/get_file?uuid=6dec520c-c072-4159-af11-9513cf060f2e&groupId=10136).
- Chapman, Christopher D. 2005. "Clean house with lean 5S." *Quality progress* no. 38 (6):27-32. Acedido a 20 Março 2014.
- de Oliveira, Flávio Luiz, Hernani Monteiro e Vanesa Mitchell Ferrari. 2013. "Aplicação do Processo "Lean Manufacturing" na Cabine de Pintura de Aeronaves." Acedido a 07 Maio 2014. [http://biblioteca.univap.br/dados/000003/0000039E.L.eMonteiro\\_H..pdf](http://biblioteca.univap.br/dados/000003/0000039E.L.eMonteiro_H..pdf).
- Jacobs, F. Robert e Richard B. Chase. 2011. *Operations and Supply Chain Management*. 13 Edition ed.: McGraw-Hill.
- Jones, Daniel T, Daniel Roos e James P Womack. 1990. *Machine that Changed the World*. Simon and Schuster.
- Lean Institute Brasil. S/ Ano. "Os 5 Princípios do Lean Thinking (Mentalidade Enxuta)". Acedido a 21 Março 2014. [http://www.lean.org.br/5\\_principios.aspx](http://www.lean.org.br/5_principios.aspx).
- Lusa. 2013. "Exportações de mobiliário batem recorde em 2012 mas o sector "ainda não escapou à crise"." *Jornal de Negócios*, 14 Janeiro 2013,. Acedido a 22 Maio 2014. [http://www.jornaldenegocios.pt/economia/detalhe/exportacoes\\_de\\_mobiliario\\_batem\\_recorde\\_em\\_2012\\_mas\\_o\\_sector\\_ainda\\_nao\\_escapou\\_a\\_crise.html](http://www.jornaldenegocios.pt/economia/detalhe/exportacoes_de_mobiliario_batem_recorde_em_2012_mas_o_sector_ainda_nao_escapou_a_crise.html).
- Manual da Qualidade da XC Consultores LDA. 2014a. "Missão e Valores". Acedido a 21 Março 2014. <http://www.xcconsultores.pt/empresa?op=apresentacao>.
- . 2014b. "XC Consultores - Prestação de Serviços de consultoria em Sistemas de Gestão, Lean Manufacturing e Internacionalização". Acedido a 21 Março 2014. <http://www.xcconsultores.pt/empresa?op=apresentacao>.
- MG & AC Freitas. 2007. "Empresa". Acedido a 28 Abril 2014. <http://www.solart.pt/solart/>.
- Reeb, James Edmund e Scott A Leavengood. 2010. *Introduction to lean manufacturing*. [Corvallis, Or.]: Oregon State University, Extension Service. Acedido a 23 Abril 2014.
- Rentes, F. A., L. A. Silva, O. C. V. Silva e A. S. Castro. 2003. "Aplicando os conceitos de lean production em uma indústria de calçados: um estudo de caso." *Simpósio Nacional de Engenharia de Produção-SIMPEP* no. 10. Acedido a 05 Abril 2014.
- Ribeiro, Sónia Maria da Silva. 2012. "Modelos de previsão de incumprimento fiscal através da informação financeira. Estudo das Empresas de mobiliário de madeira." Acedido a 13 Junho 2014.
- Thorsen, William C. 2005. "Value Stream Mapping & VM". Comunicação apresentada em 2005 SAVE International Conference Proceedings, USA.

## Anexo A - *Layout* inicial da secção de produção da Solart<sup>6</sup>




<sup>6</sup> Os números utilizados representam a numeração das máquinas existente na Solart. É de salientar que a maioria das máquinas não se encontra identificada.

REGISTO TEMPORÁRIO: TEMPO DE PRODUÇÃO


[illegible]

## Anexo B.2 – Exemplo de uma folha de levantamento de tempos e processos



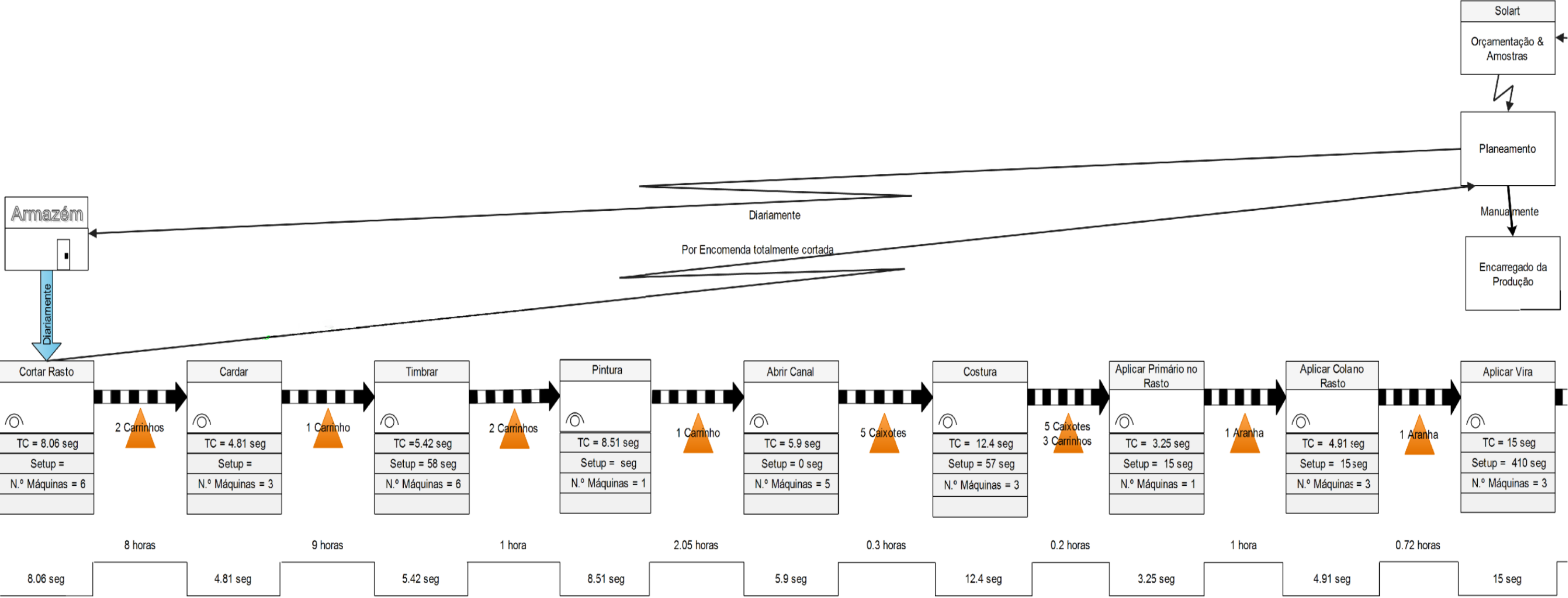
Consultores, Lda.

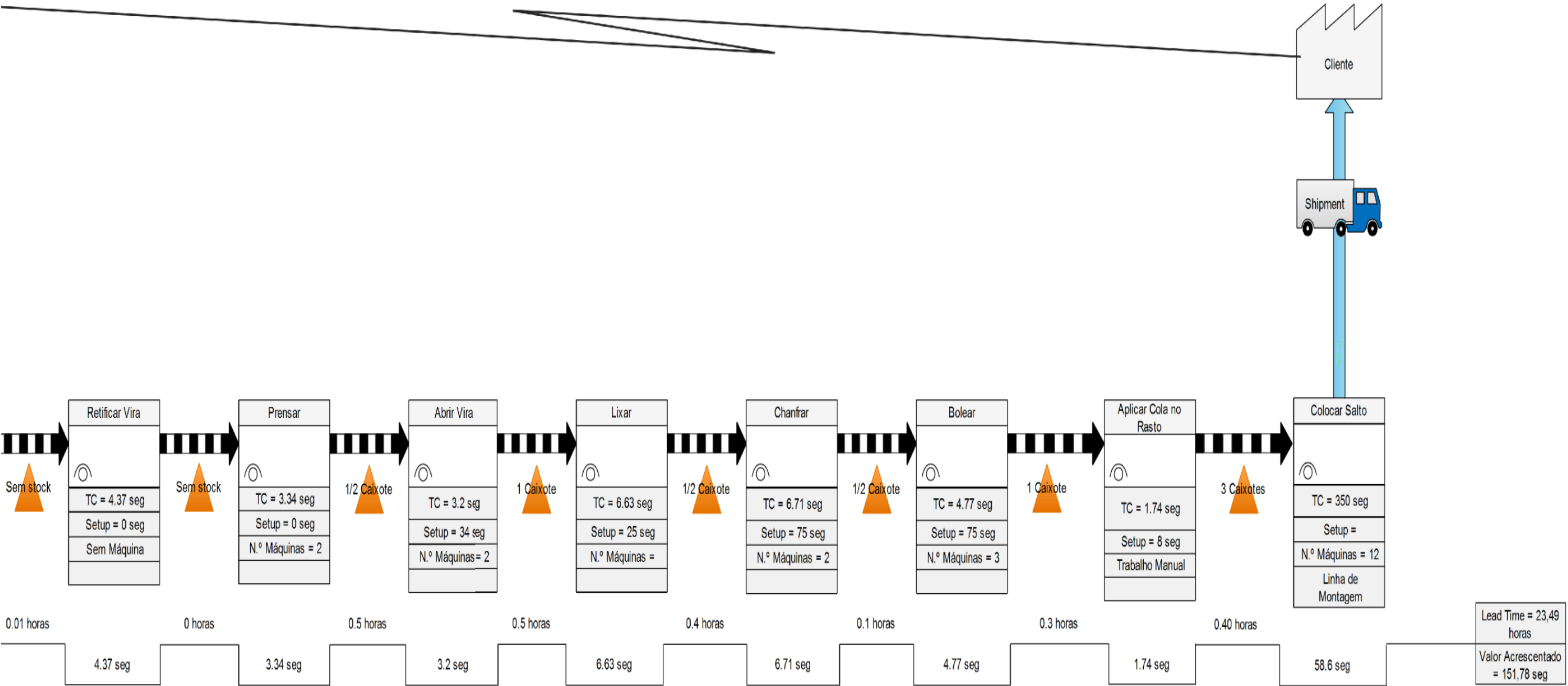
REGISTO TEMPORÁRIO: TEMPO DE PINTURA



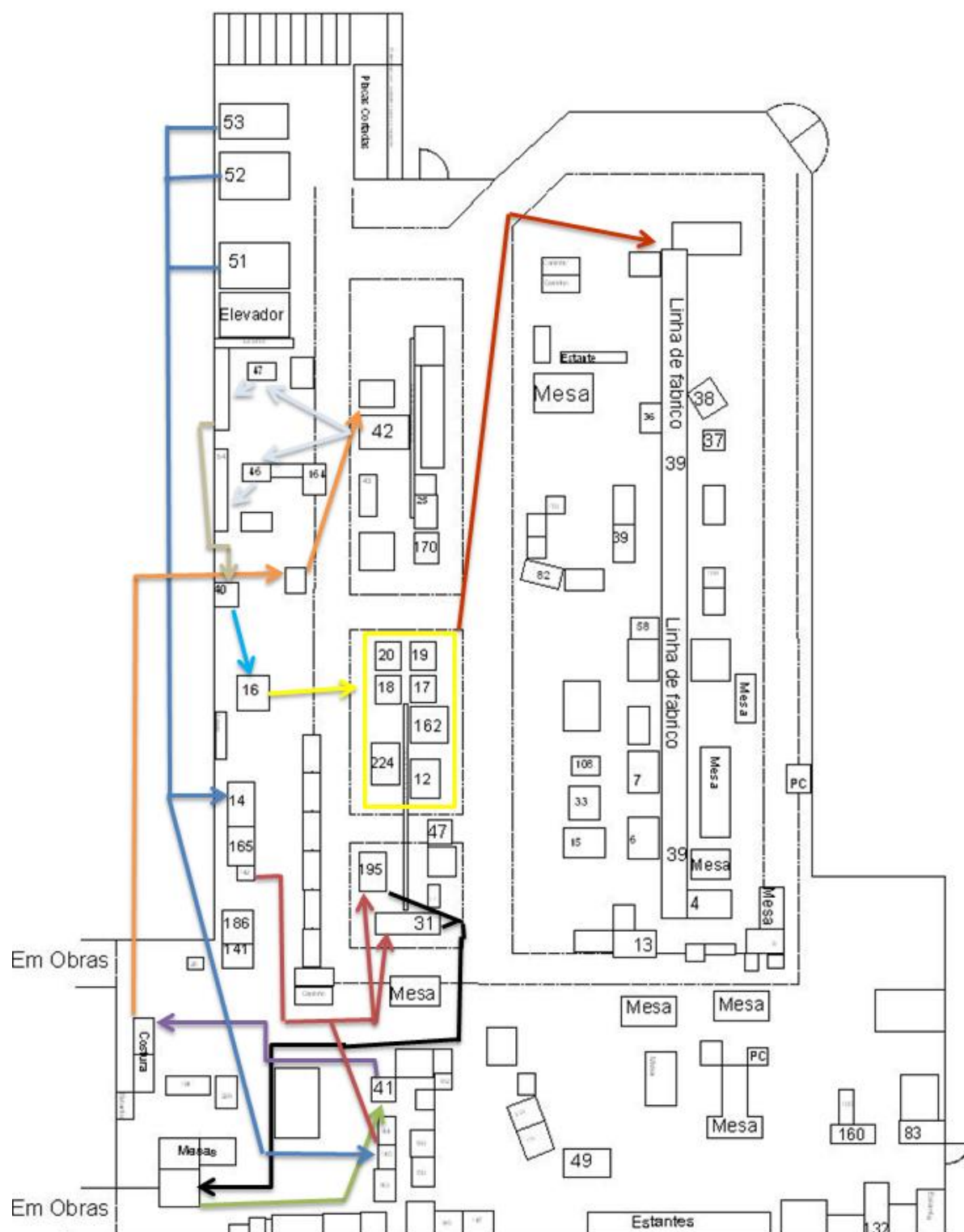
REFERÊNCIA/ARTIGO	QUANTIDADE PARTE	INÍCIO		FIM		TINTA		NOTAS
		DATA	HORA	DATA	HORA	QUANTIDADE	REF.	
BOUDO Ref. 6666-05-P	443	23/04/2014	10:45	23/04/2014	14h	2 Litros	SF cast. velho 14/14	Ameiada nota parel, fei para a linha. 851
scabo Ref. 6666-05-P	443	23/04/2014	14h	23/04/2014	15h	—	—	Despedir 116
Walem Ref. 7777-06-P	135	23/04/2014	15:50h	23/04/2014	17:30	25 L	RR 30/17	Pintar e Despedir/RS para a linha a meio de 16/16 (16:50/17:10) 15
Wagoni Ref. 7777-06-P	180	23/04/2014	18:40h	24/04/2014	9:45	3,5 L	TP-10/17	Rinder e Despedir 117
celula Ref. 8888-07-P	32	24/04/2014	9:45	24/04/2014	10:45	—	CL-700 Pret	comparar telas que entram na linha, estagnadas na pintura 118
Wacosi Ref. 8888-07-P	140	24/04/2014	10:45	24/04/2014	11:30	125/12	Rinder rudo e lateral na rede, 119	
Wacosi Ref. 8888-07-P	140	24/04/2014	11:30	24/04/2014	12:20	2 L	Wadante 99/100	Acabar as soldas que estagnam em caixas na linha 120
SWKET Ref. 8888-01-P	20 pares	30/04/14	11:25	30/04/14	11:50	meio copo de tinta	45 700 Boda	Amosibros 121
60606/Reyno-05-P	396	5/5/2014	12:40	5/5/2014	13:34	5 Litros cinza	13334	Atres na linha -> 122

Anexo C - VSM Solart





## Anexo D - Diagrama de esparguete da área de produção da Solart





## Anexo E - Listagem de máquinas

Máquina	Cms	Nr	Fornecedor
Balancê Ponte		52	Balancê Ponte - Hesperia
Balancê Ponte		52	
Balancê Ponte		52	
Garfas Pinos-Tapete		110	Cox & Wright
Balancê Centrador	110x100		
Hesperia de Frezar Dupla			
Maq de Primário Cima Larga	90x100		
Secador Vertical estreito	40x60		
Timbrar Machi F & C	65x80		
Timbrar Manual	70x60		
Timbrar Manual WSK Intern	95x63		
Maq Timbrar Nº a Fita	77x60		
Timbrar Carregador Mecânico	160x90		Euromecanica
Igualizar e cardar Euromecanica	160x60		Euromecanica
Cardar Zona Salto Automática	120x50		Euromecanica
Inversor	80x30		
Timbrar Automática		14	Euromecanica
Cardar Zona do Salto Automática	125x80	165	Euromecanica
Recolhedor Vertical	50x45	142	Euromecanica
FT6 Cardar Zona do Salto	90x90	133	
Mazeve F5	90x70	141	Mazeve
Abrir canal e roleta Benazzato	70x70	40	Benazzato
Abrir canal e roleta Benazzato	70x70	41	Benazzato
Timbrar Pata	130x85	14	
Abrir Rasgos Ripel na Pata	110x60	195	
Maq de Mexer Tinta			
Pintura Cabine	120x120		
Aranha de Secagem	15x95		
Pintura por Rolo Rastol	80x80		
Pressa de Pintar 1/2 sola	45x60		
Aranha de Secagem			
Escovadeira para o Rasto	120x60	184	
Pintura por Rolo Bordo	50x60		
Aranha de Secagem	95x45		
CNC Rebaixo	170x150		
Mesa de colagem	90x90		
Cosmopol X100 Cardar pata	90x95	186	
Maq Facear Patas Reversível	70x85	180	
Lixadeira Cinta Vertical Patas	120x70	147	
Maquina Facear LXV Inglesa		146	
Maquina Número LXV Inglesa			
Facear por Lâmina Patas x 2	80x70		
Carregador automático Inglês	80x90	77	
Maquina Cardar Dupla Euromecânica			
Recolhedor Vertical		142	
Maq de cola Cima Larga	85x70		
Maq de cola Cima Larga	90x100		
Tapete Secador-Reactivador	300x110		
Tapete Secador-Reactivador	300x111		
Pressa Matix	80x100	160	



- Rolo
- Aranha
- Pintura 1/2
- Aranha
- Escovadeira
- Lixa
- Rolo
- Aranha

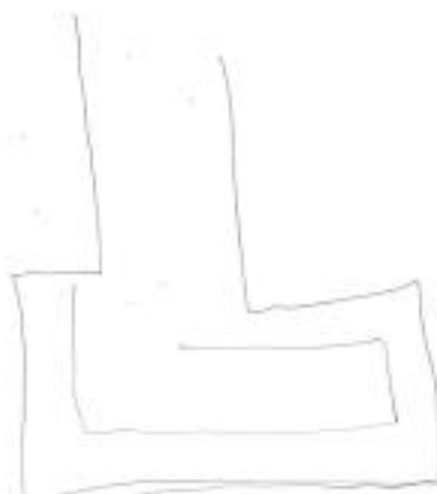




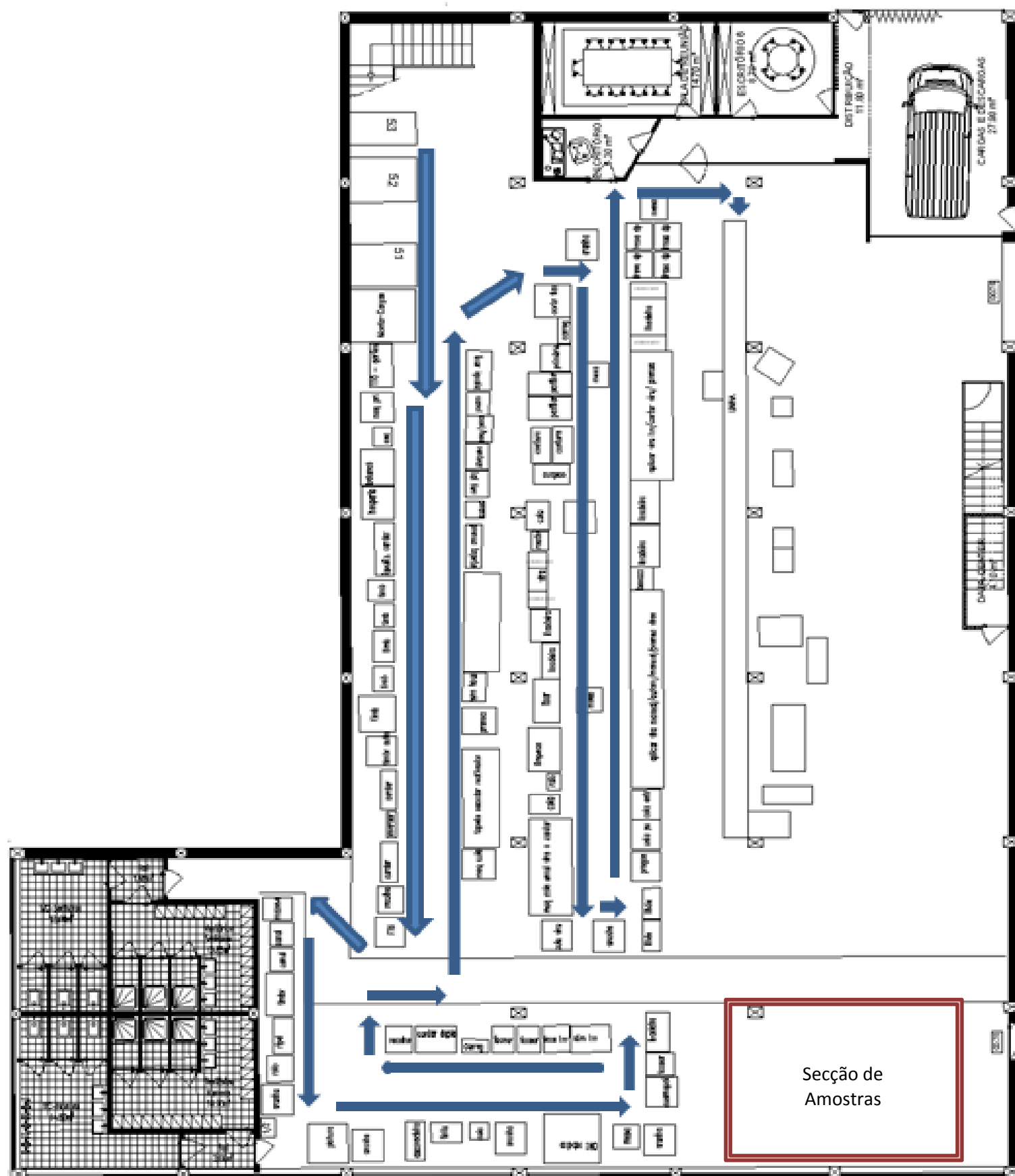
Colagem	Prensa Tapete	130X50	
	Prensa Normal	50X60	
Preparação	Prensa Lateral de Forras	80x70	
	Maq Rentear Borracha	80x70	
	Cosí de rentear ou Hesperia PR5	80x80	
	Abrir canal e roleta Benazzato	70x70	41 Benazzato
	Maq de Lixar Tapete Igualizadora	120X75	
	Abrir Cortes de Flexão	100X110	
	Carregador Tapete Inglês	80x40	
	Maq de Primário Cima Larga	80x90	
	Mesa Estreita de Secagem		
	Maq Perfilar Raschioni	70x150	
Costura	Maq Perfilar Antiga	70x150	132
	Maq Cola Larga Cima	85x70	
	Aranha-secagem cola viras	90x90	
	Reactivador de solas	60x52	
	Maq Aplicar Vira Manual	45	90 46
	Lixadeira Horizontal Simples	100X90	
	Lixadeira Vertical	110x55	
	Maq de Lixar Tapete Garfas	130X80	189
	Maq. Limpeza escovas Inglesa		
	Maquina de rolos - Apertar	40x50	
	Costura Velha	110X60	
	Costura Nova	110X60	
	Costura com Corte de Linha	110X60	
	Maq Mexer Cola		
	Maq Cardar Vira	290x130	43
	Maq Cola Autom Enrolar Vira	90x90	
	Maq Cola Larga sola - Vira	90x90	
	Aranha (ou Transportador)	95x55	159
	Maq Aplicar Ilhós Antiga	95x55	
	Maq Aplicar Ilhós Nova	95x55	
	Maquina Pregos no Rasto	90x90	
	Maq Cola PU Estrelita sola-Vira	90x90	
	Maq Cola Estrelita sola - Vira	90x90	
	Aranha (ou Transportador)	90x90	
Costa	Maq Aplicar Vira Manual	600 X 100	47
	Maq Aplicar Vira Automática		50
	Maq Aplicar Vira Manual		45
	Prensa de viras		
	Prensa de viras		
	Maq Benazzatto Reduzir Vira	70x70	
	Lixadeira Horizontal Dupla	130X90	
	Lixadeira de pontas de meia vira		
	Maq Aplicar Vira Autom. LXV	061X09E	
	Maq Cortar Pontas vira		
	Prensa de viras		
	Lixadeira Horizontal Dupla	110X110	16
	Cosí Frezar duplo (Hesperia)	80X80	
	Cosí Frezar duplo	80X80	
	Cosí Frezar duplo	80X80	



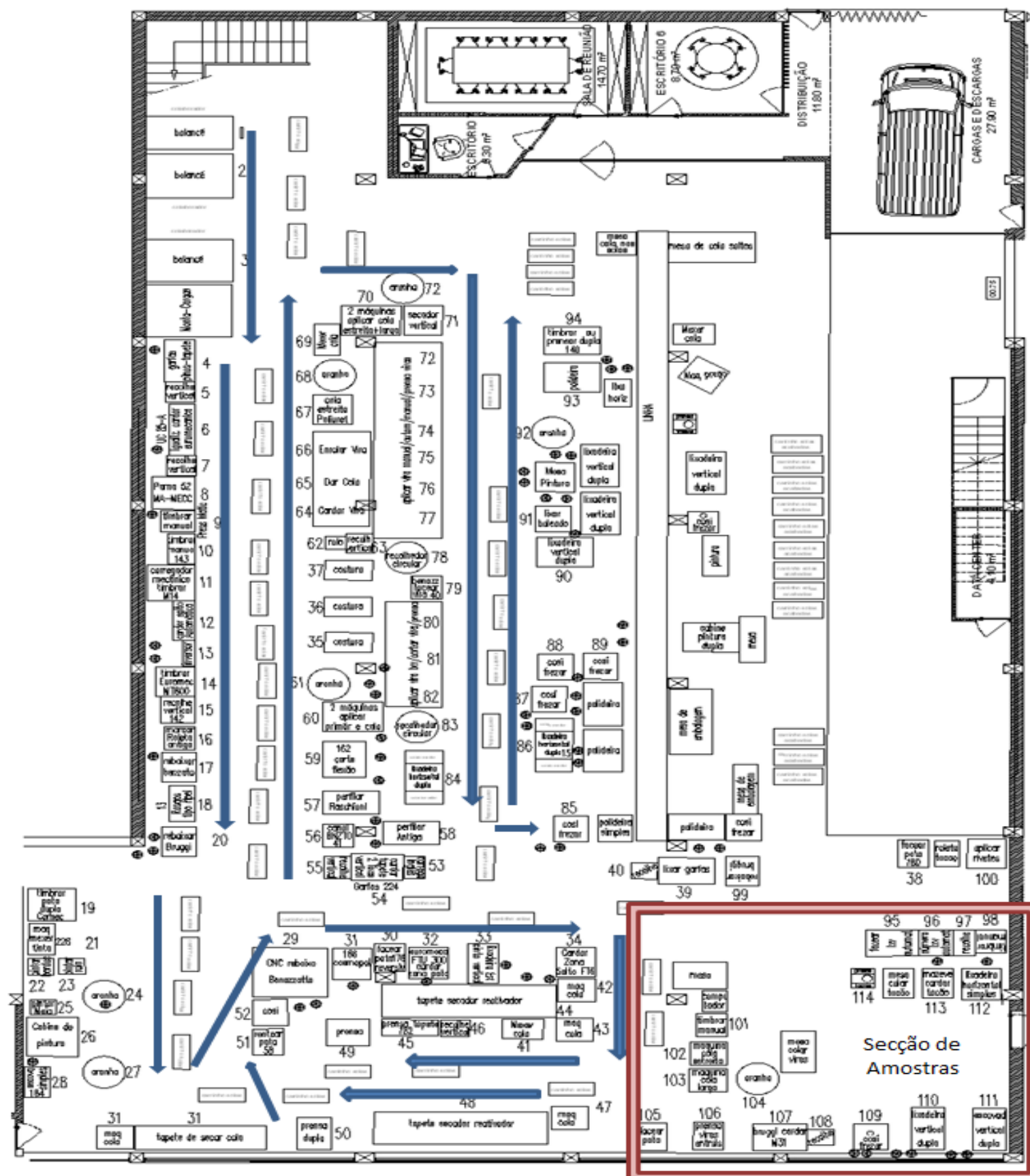
Zona Pico Pata 198	Cosi Frezar duplo ✓	80X81	
	Mesa de Apoio Pintura ✓		
	Aranha de Secagem ✓		
	Escovadeira	125x70	
	Rebaixar	78x90	
	Rebaixar	65x50	
	Timbrar Dupla na Pata	110x100	
+			
	Maq Cola Estreita Viras	85x70	
	Recolhedor Circular Inglês	80x80	
	<del>Fcezar por lâmina Patas</del>		
	Reactivador	60x52	
	Reactivador	60x52	
	Reactivador	60x52	
	Prensa Solas	90X90	
Bruggi 149	Igualizar e cardar Bruggi ①	160X60	Bruggi
	Recolhedor Circular Inglês	80x80	149
	Timbrar Solas na Pata	90X90	



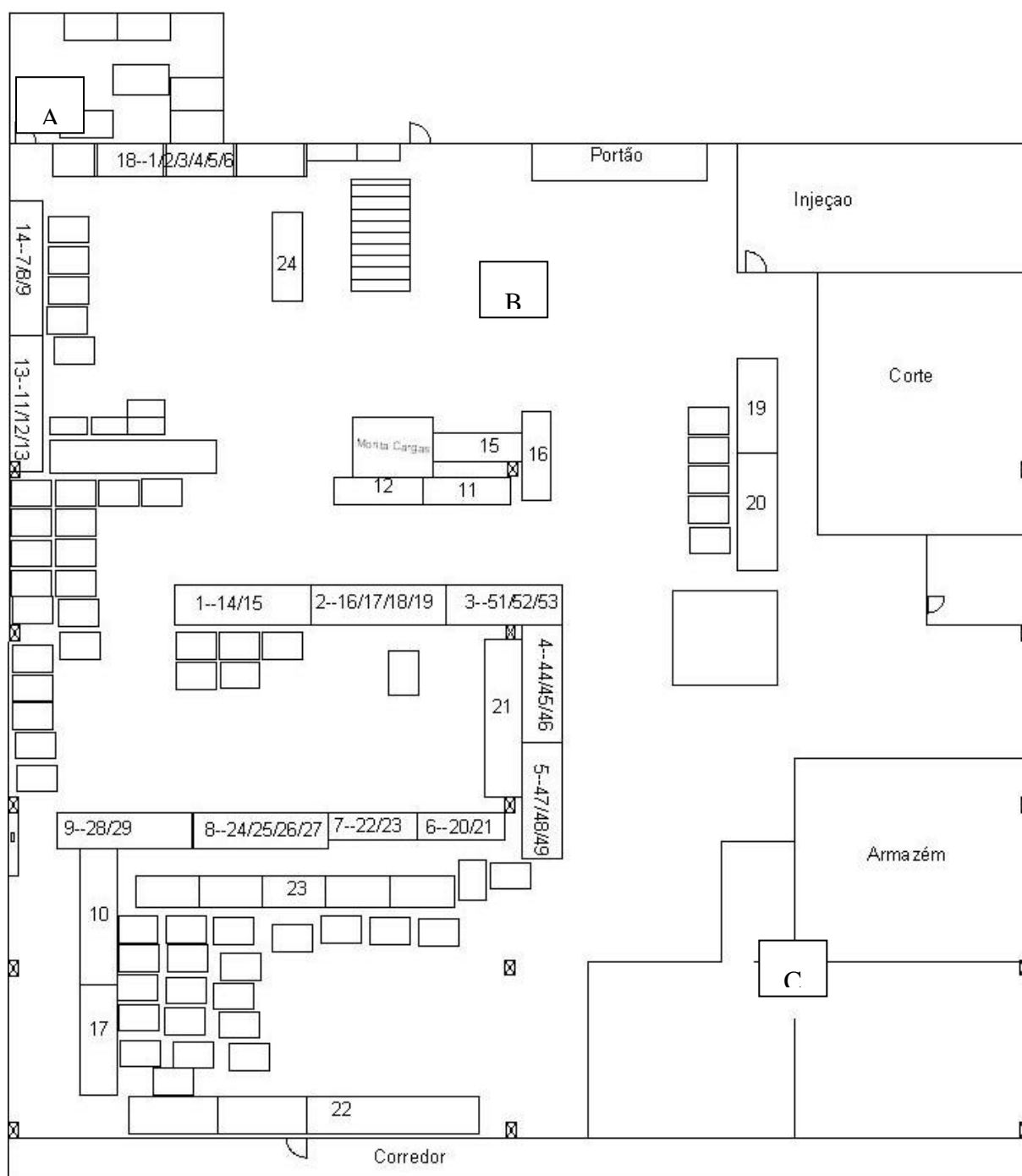
## Anexo F - 1ª versão do novo *layout* da Solart com indicação do fluxo



## Anexo G – 2ª versão do novo layout da Solart com indicações do fluxo



## Anexo H - *Layout* inicial do armazém da Solart



Legenda:

A – Arquivo Morto de Escritório

B – Armazém;

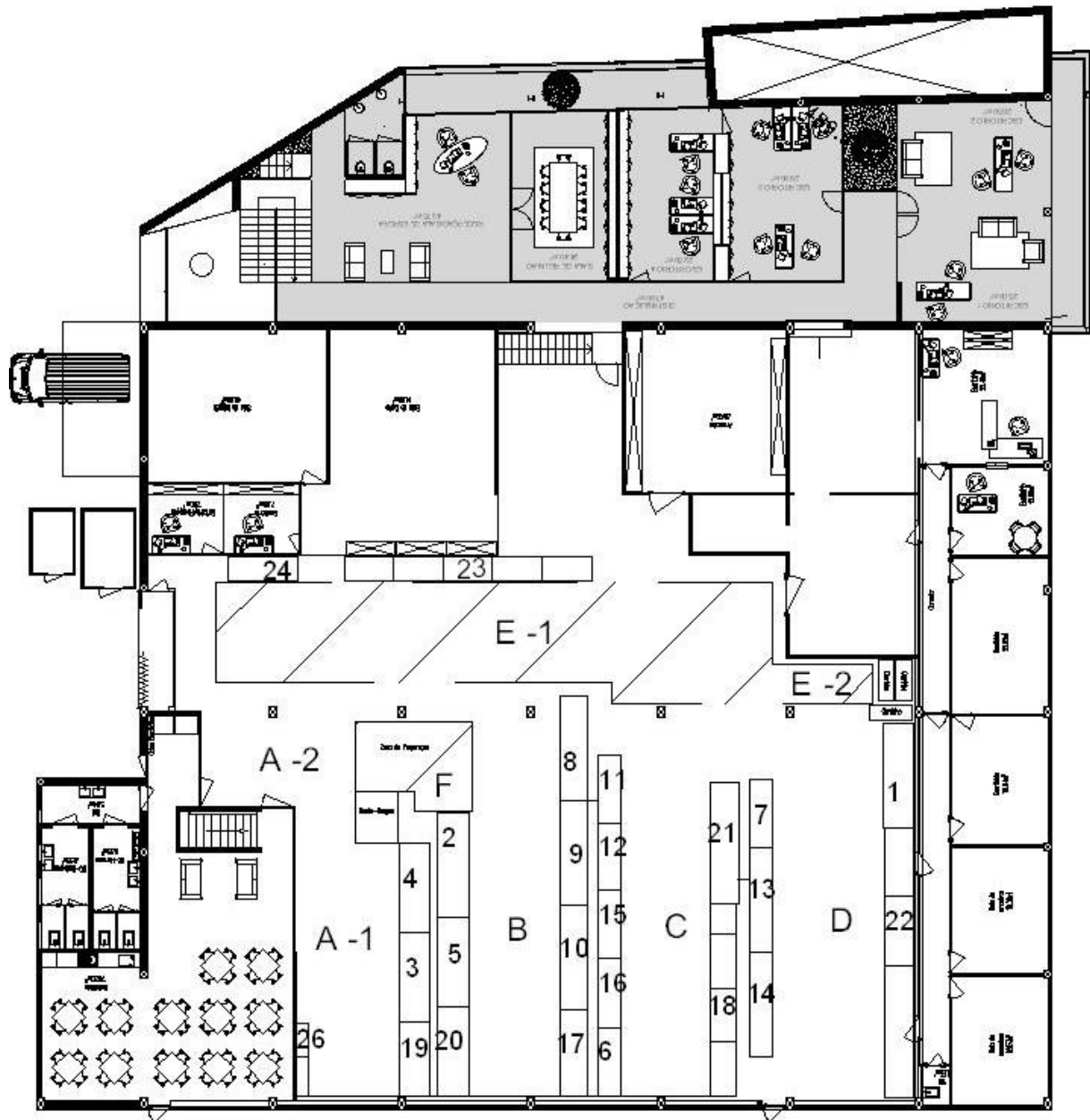
C – Secção dedicada às empresas Lambda e Solaser;

XX-YY/ZZ/AA

Número atribuído à estante

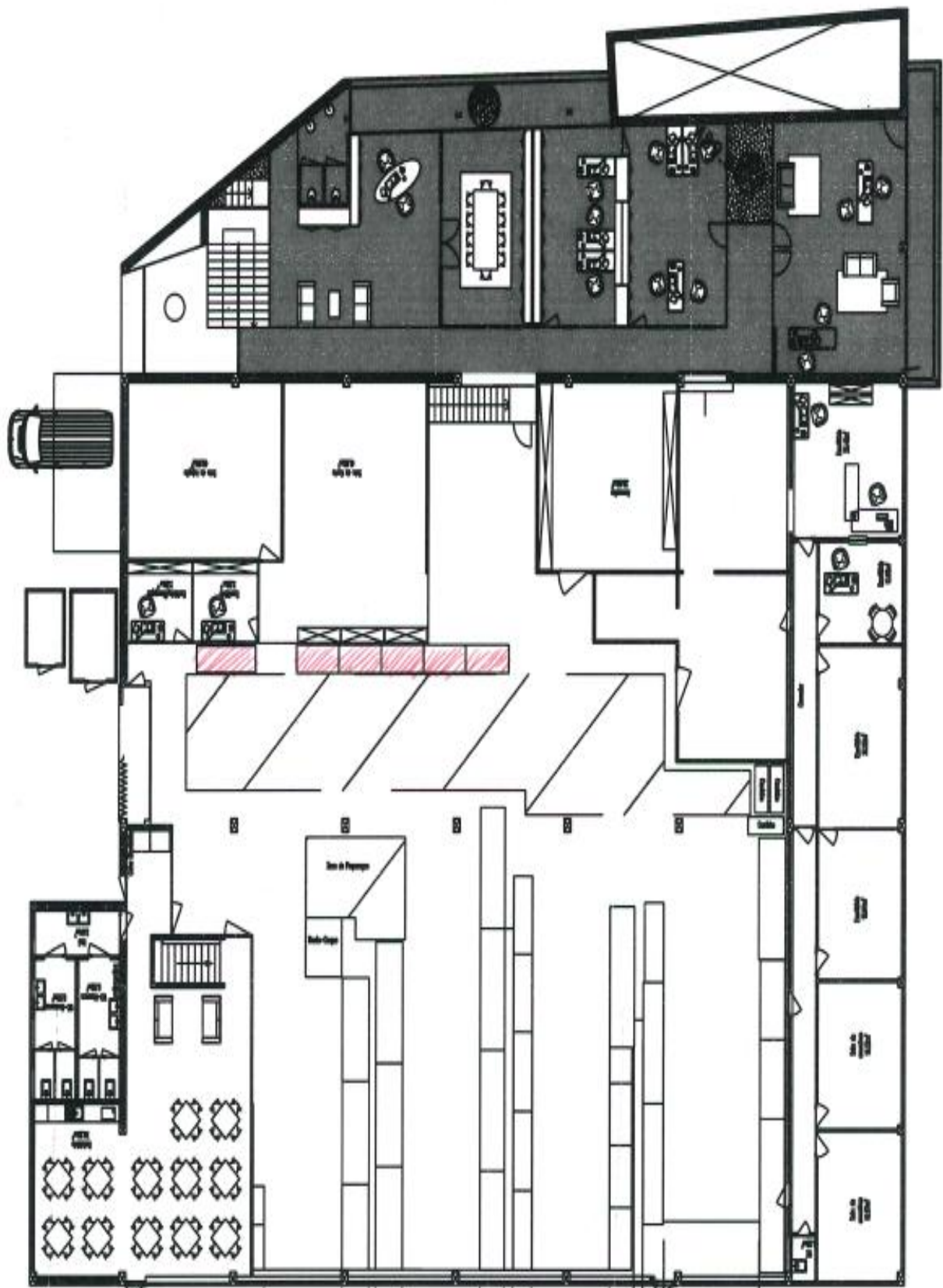
Número identificativo da estante no Sistema de Informação da Solart

## Anexo I - Primeira proposta para o *layout* do armazém da Solart

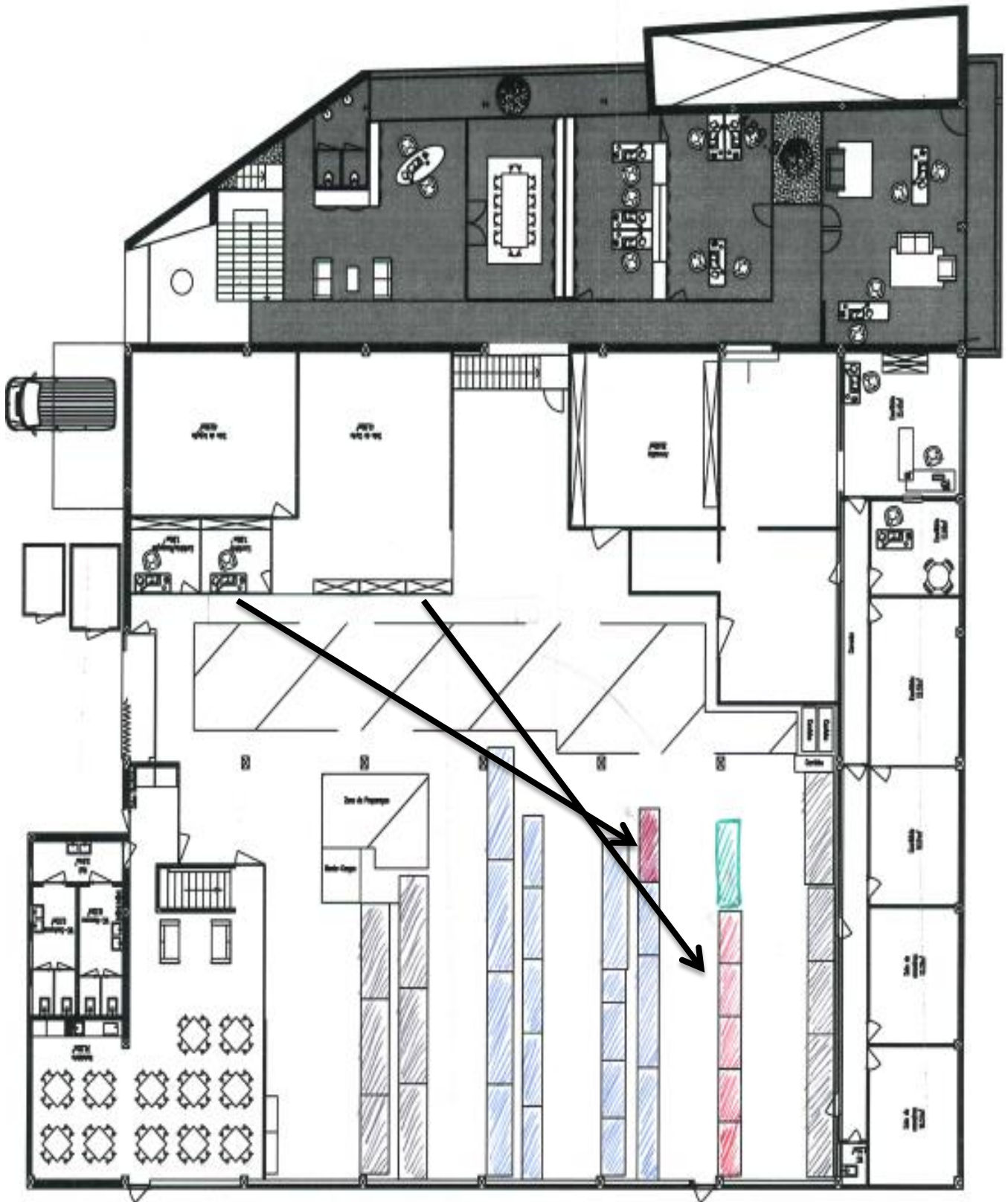




**Anexo J.1 - *Layout* do novo armazém da Solart com uso de empilhador a gás**

























## Anexo J.2 - *Layout* do novo armazém da Solart com uso de *stacker*















# Anexo K - Plano ILL para uma máquina da Solart

<div>   <div> <b>Plano de Inspeção, Limpeza e Lubrificação</b> </div> </div>							Secção:	Corte
							Responsável:	
							Data:	
Máquina: CNC de Corte								
Ação	Período	Tipo de Ação	Local	Foto	Descrição	Duração		
Ligar o Geral	Início do Dia		Parte Lateral da Máquina		Rodar o Botão um quarto de volta para a direita	1 seg.		
Ligar a Máquina	Início do Dia		Parte Lateral da Máquina		Pressionar o botão com o símbolo I	1 seg.		
Verificar mostrador de aspiração	Início da Operação		Frente da Máquina, na lateral esquerda		A máquina só pode funcionar caso a aspiração esteja ligada e no máximo. Caso estes mostradores estejam desligados, a máquina não funciona, sendo necessário ligá-los	2 seg.		
Verificar correto Iniciar do PC	Início do Dia		Mensagem de Erro no PC		Ao Ligar, se a posição da Lâmina não estiver correta, aparece uma mensagem de erro no ecrã. Nesses casos é preciso ajustar a lâmina e reiniciar.	2 seg.		
Reposicionar Lâmina	Quando necessário		Cabeça de Corte da CNC		Caso seja necessário, é preciso ajustar a cabeça, levantando-a.	30 seg.		
Verificar estado da lâmina de corte	Antes de começar o corte		Cabeça de Corte da CNC		Antes de se começar a cortar a nota seguinte, verificar o estado da lâmina de corte. Se necessário, substituir	30 seg.		

Plano de Inspeção, Limpeza e Lubrificação						Seção:	Corte
						Responsável:	
						Data:	
Máquina: CNC de Corte							
Ação	Período	Tipo de Ação	Local	Foto	Descrição	Duração	
Substituir Lâmina	Quando necessário		Cabeça de Corte da CNC		Substituir a lâmina por outra. Se possível, basta rodar a lâmina para cortar do outro lado.	2 min.	
Verificar Estado da Tela	Regularmente		Tela de suporte às placas		Verificar o desgaste provocado pela lâmina nas telas	10 seg.	
Mudar de Tela	Quando necessário		Tela de suporte às placas		Mudar de Tela (Telas novas na prateleira)	20 seg.	
Lubrificar	2 em 2 semanas		Correção do PC		Aplicar Spray próprio para permitir o deslizamento sem atrito da bandeja com o PC	—	
Lubrificar	2 em 2 semanas		No início do braço da máquina		Aplicar massa própria no ponto exemplificado	—	
Desapertar Parafusos (8)	2 em 2 semanas		Placa frontal da CNC		Desapertar os parafusos para permitir acesso aos bocais para aplicar massa	—	

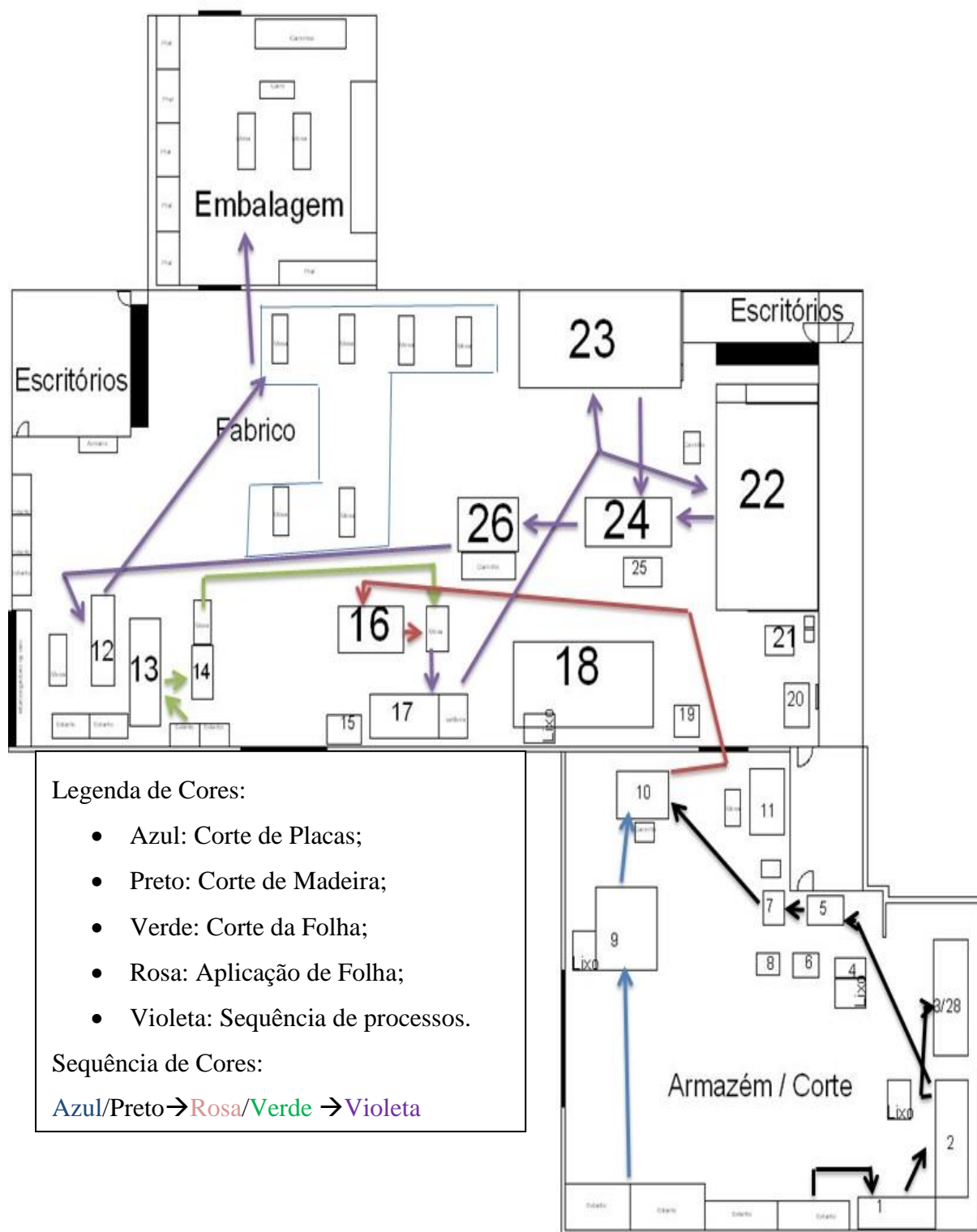
<div>   </div> <b>Plano de Inspeção, Limpeza e Lubrificação</b>						Seção:	Corte
						Responsável:	
						Data:	
Máquina: CNC de Corte							
Ação	Período	Tipo de Ação	Local	Foto	Descrição	Duração	
Lubrificar	2 em 2 semanas		Dentro da Placa frontal		Aplicar massa nas bocas dentro da placa	—	
Limpar a CNC	Semanalmente		CNC		Limpar a CNC e o espaço envolvente	15 min.	
Desligar a Máquina	Fim do Dia		Parte Lateral da Máquina		Pressionar o botão com o símbolo 0	1 seg.	
Desligar o Geral	Fim do Dia		Parte Lateral da Máquina		Rodar o Botão um quarto de volta para a esquerda	1 seg.	

## Anexo L - *Layout* inicial da Tábula

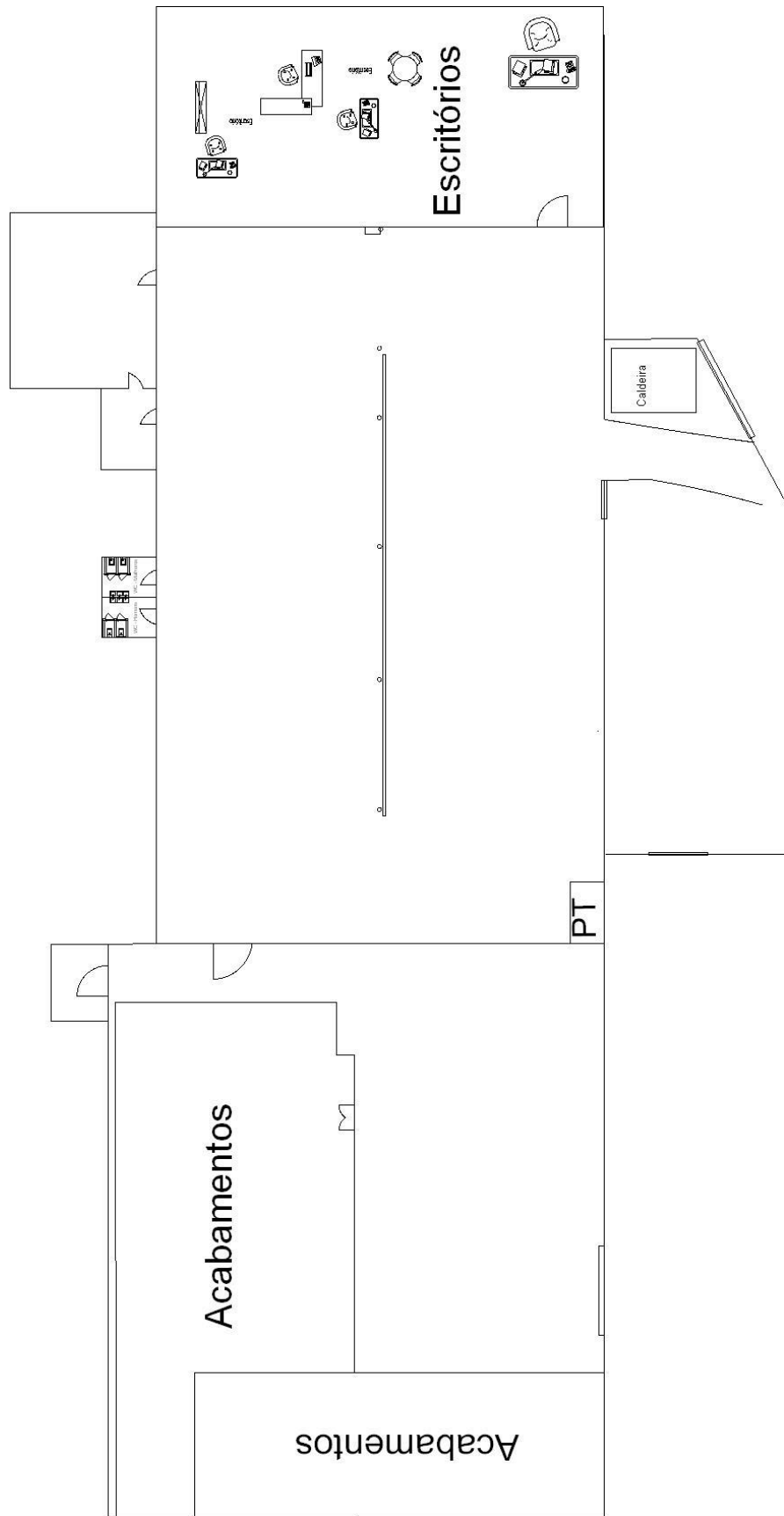




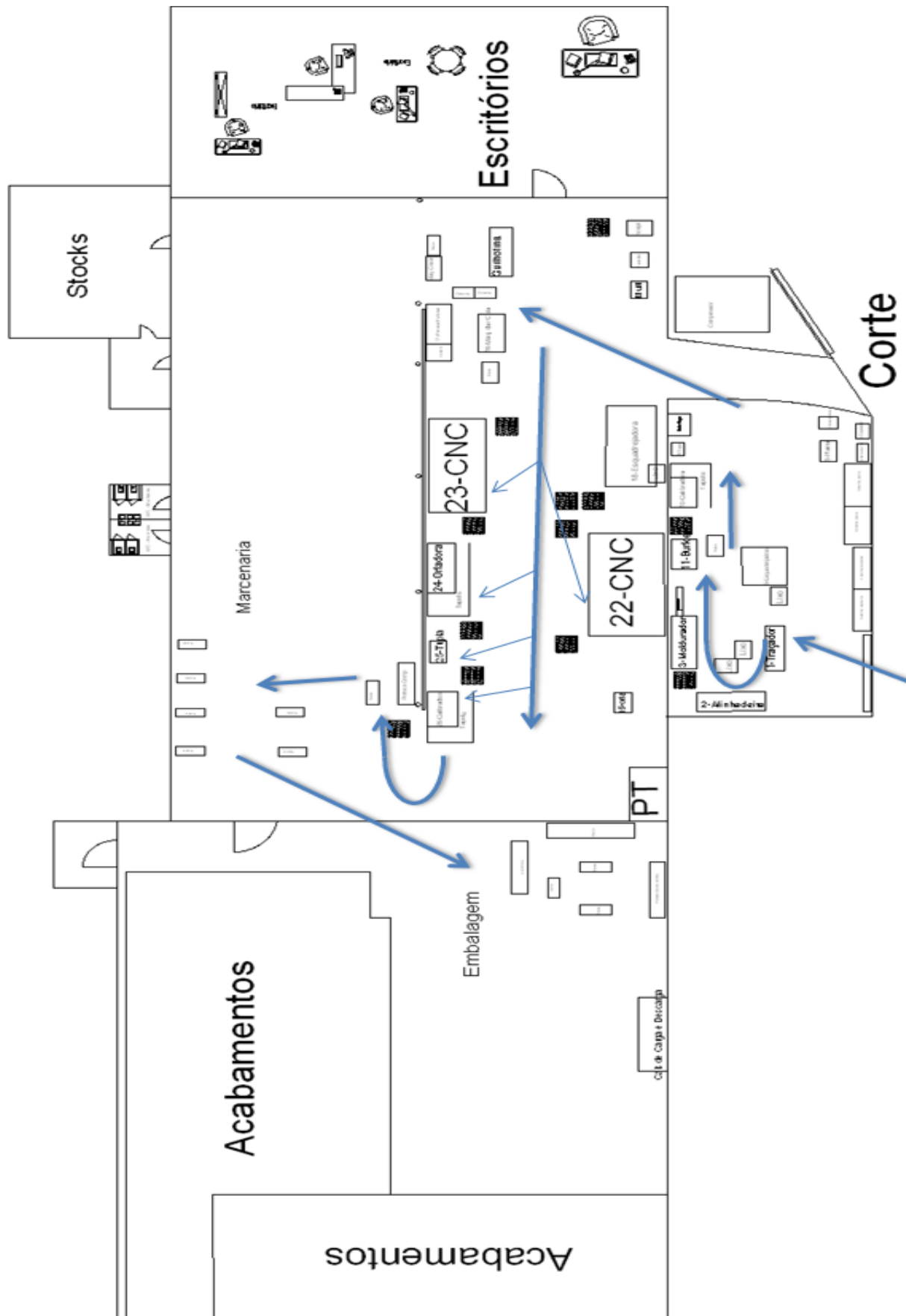
## Anexo M - Diagrama de esparguete inicial da Tábula



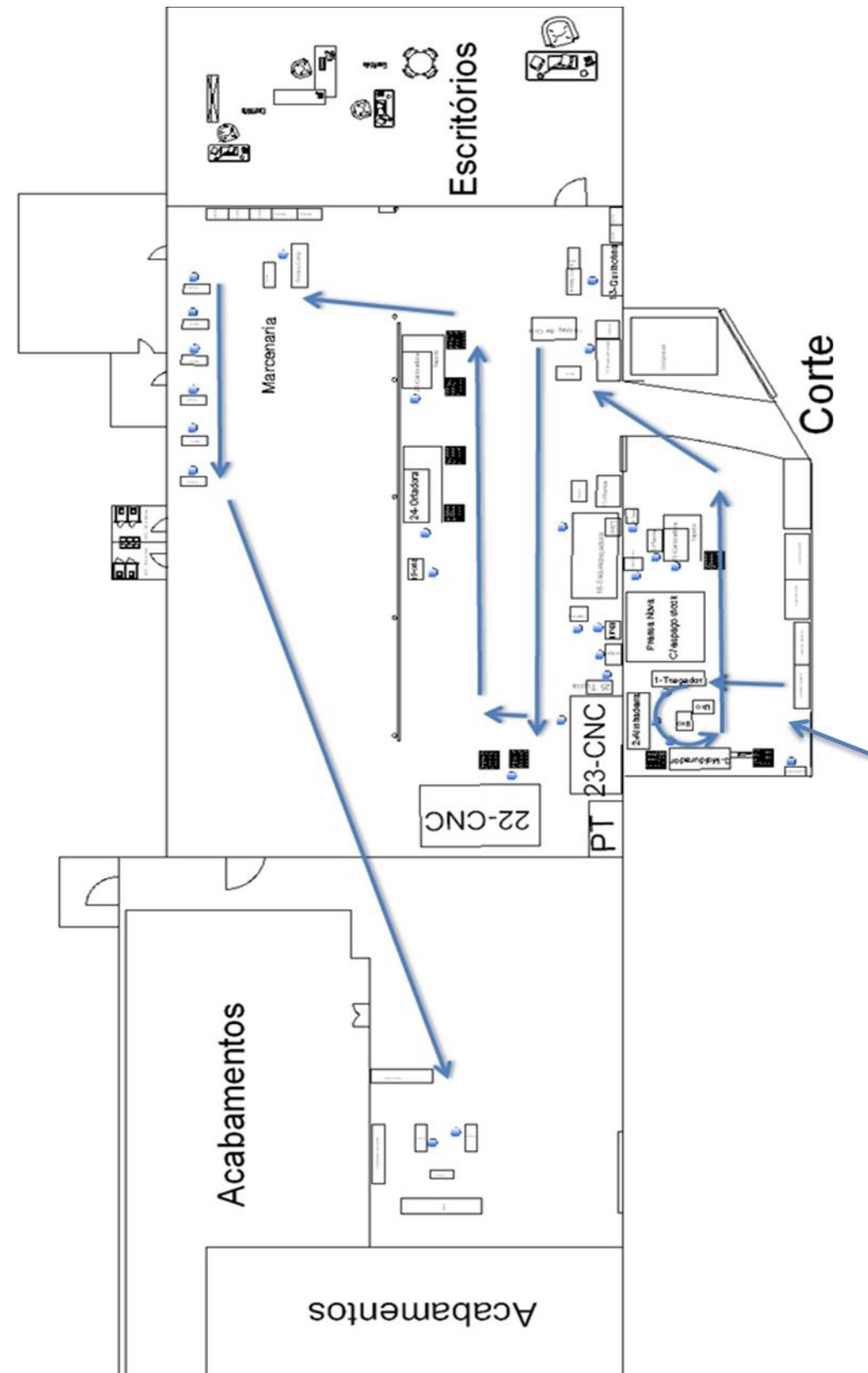
## Anexo N - Novo espaço da Tábula



## Anexo O - 1ª versão do novo *layout* da Tábula com indicação do fluxo

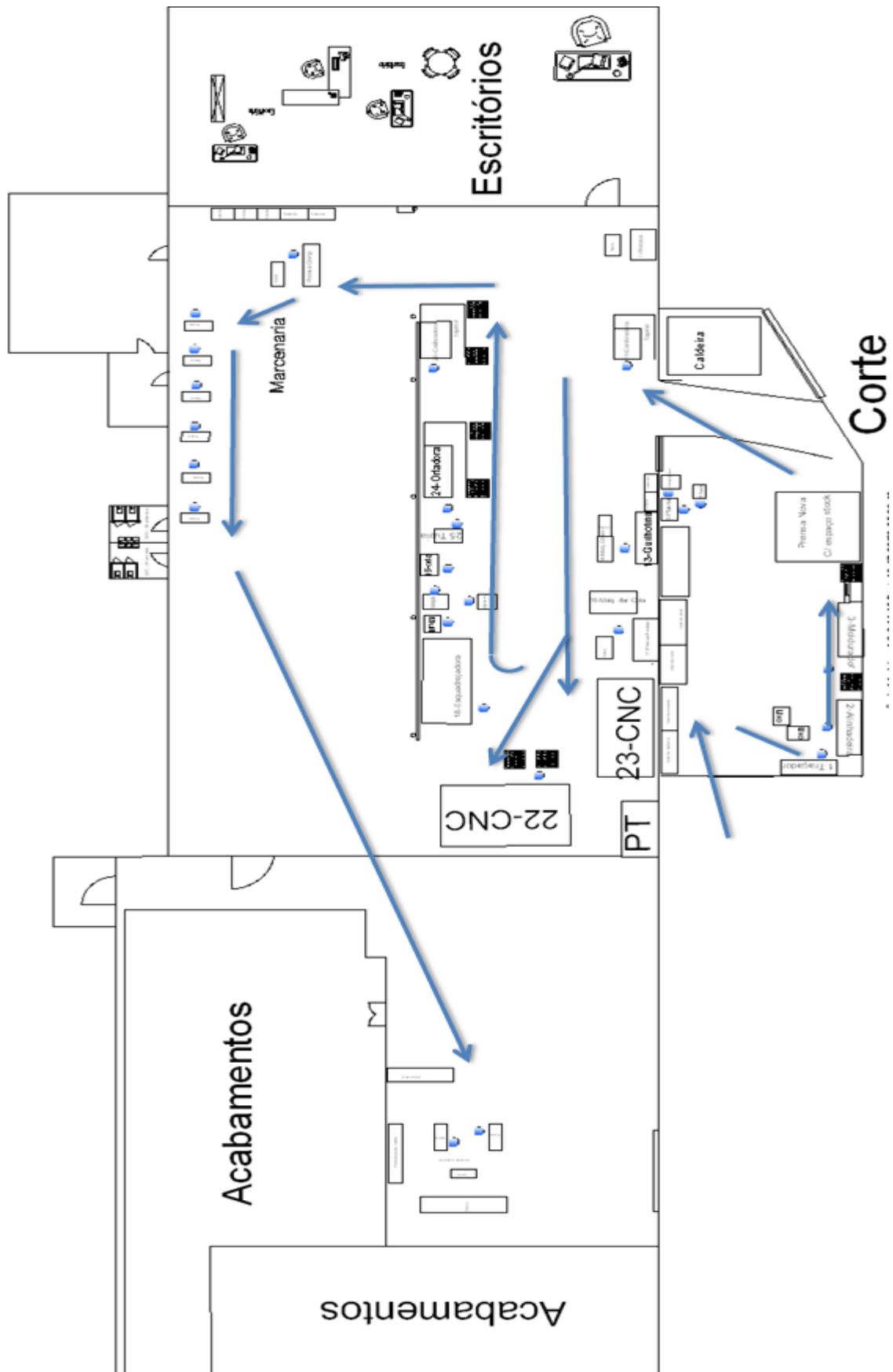


## Anexo P - 2ª versão do novo *layout* da Tábula com indicação do fluxo














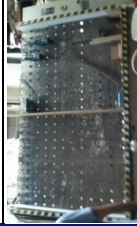




**Anexo Q - 3ª versão do novo *layout* da Tábula com indicação do fluxo**


















# Anexo R - Planos ILL para duas máquinas da Tábula

<div>   </div>				Secção:	Fabrico
				Responsável:	Operador
				Data:	22-05-2014
Máquina: Prensa de Componentes					
Ação	Período	Tipo de Ação	Apoio Visual	Descrição	Duração
Ligar a Máquina	Início do Dia			Ligar a Máquina no Botão Verde	5 seg.
Verificar a Pressão das manivelas	Início da Operação			Verificar a pressão de cada manivela para evitar que se parta madeira	1 min.
Verificar nível do Óleo	Trimestral			Verificar o nível do óleo no Reservatório	20 seg.
Verificar Estado das Manivelas	Trimestral			Verificar o desgaste das manivelas para saber se é necessária a sua substituição	1 min.
Desligar Máquina	Fim do Dia			Desligar a máquina no Botão Vermelho	5 seg.
Limpar Máquina	Fim do Dia			Limpar a máquina e o espaço envolvente	5 min.

## Plano de Inspeção, Limpeza e Lubrificação

Secção:	Corte
Responsável:	Operador
Data:	22-05-2014

### Máquina: Alinhadeira

Ação	Período	Tipo de Ação	Apoio Visual	Descrição	Duração
Ligar 1º Botão	Início da operação			Ligar o Primeiro Botão e esperar que a Luz indicadora se acenda	10 seg.
Ligar 2º Botão	Depois de Ligar 1º Botão			Ligar o Segundo Botão (depois do primeiro ter acesso a luz indicadora) e esperar que a Luz indicadora se acenda	10 seg.
Ligar 3º Botão	Depois de Ligar 2º Botão			Ligar o Terceiro Botão (depois do segundo ter acesso a luz indicadora) e esperar que a Luz indicadora se acenda	10 seg.
Inserir Medidas	Depois de Ligar 3º Botão			Inserir Medidas utilizando as setas.	15 seg.
Desligar 3º Botão	Depois de Inserir medidas			Desligar o 3º Botão para bloquear medidas inseridas	5 seg.
Limpar Máquina	Fim do Dia			Limpar a máquina e a zona envolvente	5 min.
Limpar Máquina	Semanalmente			Limpar a máquina mais profundamente	2 hrs.
Olear	2x ao Dia			Olear a máquina, ao início do dia e após o almoço	2 min.

## Anexo S – Levantamento de ferragens da marcenaria

Parafusos - Operador J.				Ferragens
Perfil ISO	Diâmetro		Passo	
M	5	x	0,8	Cavilhas
M	4	x	0,45	Cola
M	4	x	0,4	Dobradiças
M	4	x	0,25	<i>Minifix</i>
M	3,5	x	0,2	Puxadores
M	3	x	0,3	Rolamentos
M	3	x	0,2	
M	3	x	0,16	

Parafusos - Operador A.				Ferragens
Perfil ISO	Diâmetro		Passo	
M	5	x	0,8	Betume
M	4	x	0,45	Cavilhas
M	4	x	0,4	Cola
M	3,5	x	0,3	<i>Minifix</i>
M	3,5	x	0,2	Rolamentos
M	3	x	0,3	

Parafusos - Operador B.				Ferragens
Perfil ISO	Diâmetro		Passo	
M	5	x	0,8	Betume
M	4	x	0,4	Cavilhas
M	3,5	x	0,2	Cola
M	3	x	0,3	Dobradiças
M	3	x	0,16	<i>Minifix</i>
				Parafusos Cilíndricos
				Rolamentos

Parafusos - Operador Z.				Ferragens
Perfil ISO	Diâmetro		Passo	
M	5	x	0,7	Agrafos
M	5	x	0,8	Betume
M	3,5	x	0,3	Cavilhas
M	3,5	x	0,2	Cola
M	3,5	x	0,16	<i>Minifix</i>
M	3	x	0,16	Rolamentos
M	3	x	0,3	

Parafusos - Operador H.				Ferragens
Perfil ISO	Diâmetro		Passo	
M	5	x	0,8	Betume
M	4	x	0,45	Cavilhas
M	3,5	x	0,3	Cola
M	3,5	x	0,2	Fechos de mesa
M	3,5	x	0,16	<i>Minifix</i>
M	3	x	0,16	Parafusos afinadores
				Parafusos específicos
				Rolamentos

Parafusos - Operador M.				Ferragens
Perfil ISO	Diâmetro		Passo	
M	5	x	0,8	Betume
M	3,5	x	0,2	Buchas
M	3	x	0,3	Cavilhas
				Cola
				Lixas
				Rolamentos

## Anexo T – Carro para o marceneiro e grelha de ferragens

